

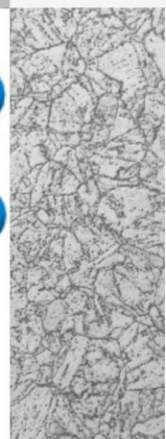
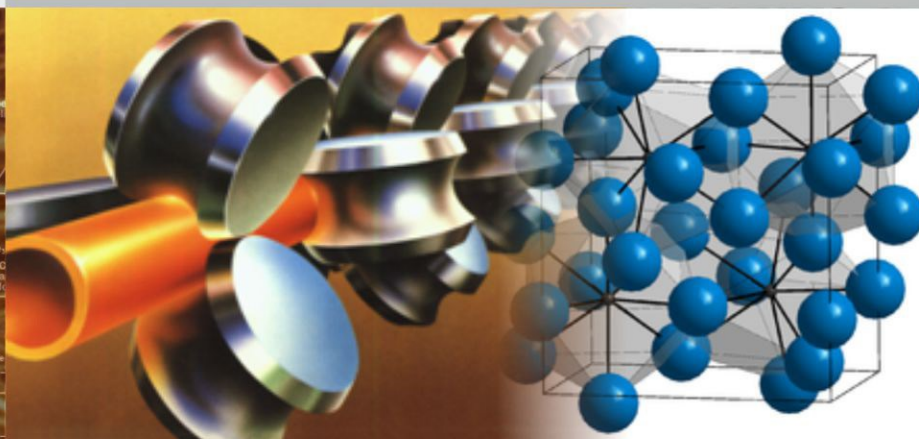
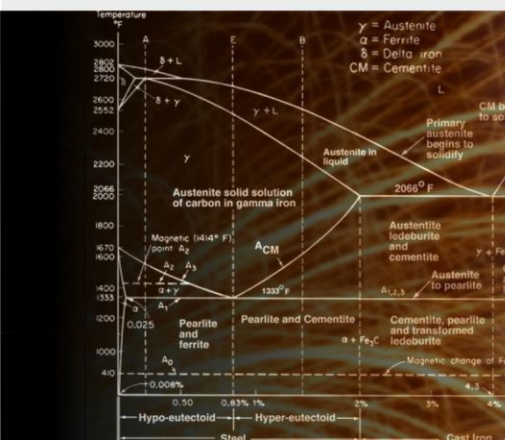


ŽP Výskumno-vývojové
centrum s.r.o.

ŽP Výskumno-vývojové centrum s.r.o.
Kolkáreň 35, 976 81 Podbrezová



ROČNÁ SPRÁVA 2023



Telefón: +421 48 645 40 35, Fax: +421 48 645 40 32, www.zpvc.sk,
IČO: 44 307 535, IČ DPH: SK 202 2650 894,
Bankové spojenie: Slovenská sporiteľňa Podbrezová, 0304691736/0900



OBSAH

1	IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE.....	3
2	VŠEOBECNÁ ČASŤ	5
3	ĽUDSKÉ ZDROJE, VZDELÁVANIE A SOCIÁLNA OBLASŤ	8
4	VÝSKUMNO-VÝVOJOVÁ ČINNOSŤ	9
5	ÚROVEŇ EXTERNEJ SPOLUPRÁCE	23
6	PREZENTÁCIA VÝSLEDKOV SPOLOČNOSTI	25
7	ÚČTOVNÁ ZÁVIERKA K 31. 12. 2023	26
8	HLAVNÉ ÚLOHY NA ROK 2024	28
9	PUBLIKAČNÁ ČINNOSŤ V ROKU 2023	38
10	ZÁVER	40
11	POUŽITÉ SKRATKY	41



1 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

OBCHODNÉ MENO	ŽP Výskumno-vývojové centrum s.r.o.
SÍDLO	Kolkáreň 35 976 81 Podbrezová
IČO	44 307 535
DIČ	2022650894
IDENTIFIKAČNÉ ČÍSLO PRE DPH	SK2022650894
BANKOVÉ SPOJENIE	Slovenská sporiteľňa a.s. 0304691736/0900
DÁTUM ZALOŽENIA	16. 07. 2008
DÁTUM VZNIKU	24. 07. 2008
PRÁVNA FORMA	Spoločnosť s ručením obmedzeným
REGISTRÁCIA	Obchodný register SR, OS Banská Bystrica Oddiel: Sro, vložka č.:15157/S
WEB	www.zpvvc.sk

ORGANIZAČNÁ ŠTRUKTÚRA

100	Riaditeľ spoločnosti	
110	Odbor výskumu a vývoja	
	111	Oddelenie fyzikálnej metalurgie
	112	Oddelenie tvárnenia kovov
	113	Oddelenie materiálového inžinierstva
	114	Oddelenie modelovania a simulácie procesov
130	Hospodársko-správny odbor	

ŠTATUTÁRNY ORGÁN

Ing. Pavol Beraxa, PhD., konateľ a riaditeľ spoločnosti
Ing. Pavol Buček, PhD., konateľ
Ing. Lenka Nováková, konateľ

DOZORNÁ RADA

Ing. Vladimír Soták, predseda dozornej rady
Ing. Miloš Dekrét, člen dozornej rady
Ing. Martin Domovec, člen dozornej rady



1.1 HLAVNÝ PREDMET ČINNOSTI

VÝSKUM A VÝVOJ V OBLASTI PRÍRODNÝCH A TECHNICKÝCH VIED S OBSAHOVÝM VYMEDZENÍM:

- základný a aplikovaný výskum v oblasti fyzikálnej metalurgie;
- výskum tekutej fázy v podmienkach kontinuálneho odlievania ocele;
- výskum a vývoj v oblasti tvárnenia materiálov;
- vývoj technologických postupov pri tvárnení za tepla a za studena;
- výskum a vývoj materiálov;
- ekologické riešenia v hutníctve;
- výskum a vývoj žiarupevnosti materiálov;
- výskum a vývoj koróznej odolnosti materiálov;
- výskum porušovania a medzných stavov materiálov;
- výskum a vývoj nástrojových materiálov;
- modelovanie a simulácia technologických procesov;
- výskum a vývoj hutníckej keramiky.

INFORMATÍVNE TESTOVANIE, MERANIE, ANALÝZA A KONTROLY S OBSAHOVÝM VYMEDZENÍM:

- mikroštruktúrna a subštruktúrna analýza materiálov;
- chemické analýzy a mikroanalýzy v atestovaných laboratóriách;
- skúšky a hodnotenie fyzikálnych a mechanických vlastností materiálov.

ČINNOSŤ PODNIKATEĽSKÝCH, ORGANIZAČNÝCH A EKONOMICKÝCH PORADCOV V OBLASTI VÝSKUMU A VÝVOJA

VYKONÁVANIE MIMOŠKOLSKÉJ VZDELÁVACEJ ČINNOSTI A ŠKOLIACA ČINNOSŤ V OBLASTI VÝSKUMU A VÝVOJA

VÝSKUM A VÝVOJ V OBLASTI SPOLOČENSKÝCH A HUMANITNÝCH VIED

VYDAVATEĽSKÁ ČINNOSŤ, POLYGRAFICKÁ VÝROBA A KNIHÁRSKE PRÁCE



2 VŠEOBECNÁ ČASŤ

Spoločnosť ŽP Výskumno-vývojové centrum s.r.o. bola založená v roku 2008 so zámerom profesionalizácie výskumno-vývojovej činnosti v Železiarňach Podbrezová aj celej skupine ŽP GROUP v oblasti fyzikálnej metalurgie ocele, výroby oceľových rúr, materiálového inžinierstva, modelovania a simuláciu technologických procesov i environmentálnych aspektov hutníckej výroby.

Spoločnosť si v roku 2023 pripomenula 15 rokov od svojho založenia. Za celé svoje obdobie činnosti bolo pracovníkmi ŽP VVC riešených množstvo interných výskumno-vývojových projektov, APVV projektov a tiež európskych výskumných projektov. Na posilnenie spolupráce so slovenskými technickými univerzitami a obojstranný prenos poznatkov a výsledkov bolo vybudovaných päť spoločných pracovísk: Kontilab na Strojníckej fakulte STU v Bratislave, Laboratórium spracovania priemyselných odpadov (LSPO), SimConT a Laboratórium vysokoteplotných korózných procesov (LVKP) na Fakulte materiálov, metalurgie a recyklácie TU v Košiciach a pracovisko OPTECHFORM na Materiálovotechnologickej fakulte STU so sídlom v Trnave.

Postupné budovanie spoločnosti z hľadiska personálneho zabezpečenia, tematického záberu riešených projektov a úloh aj kooperačných vzťahov s externými pracoviskami bolo do veľkej miery zhrnuté v ročnej správe za rok 2018. Z tohto dôvodu sa v tejto časti v krátkosti zameriame na súhrn aktivít a dosiahnutých výsledkov v období rokov 2019 – 2023. Ťažiskovými témami výskumu a vývoja v spomínanom období boli environmentálne otázky výroby ocele a spracovania odpadov, životnosti keramických materiálov a s tým spojená produktivita výrobných agregátov EOP a ZPO, skúšok valcovaných rúr, určených na transport vodíka a digitálnej podpory výroby ocele a presných ťahaných rúr.

Vodíkové aplikácie

Pre oblasť vývoja rúr pre transport vodíka sme úspešne spolupracovali s talianskou spoločnosťou RINA Consulting – Centro Sviluppo Materiali, ktorá vo svojom laboratóriu realizovala skúšky vodíkovej krehkosti (HIC) na vzorkách rúr z akostí X42 a X52. Výsledky skúšok dopadli nad očakávania a preukázali, že spoločnosť Železiarne Podbrezová dokáže vyrábať bezšvíkové oceľové rúry pre distribúciu vodíka. Príslušné technické normy pre kategóriu „Vodíkové potrubia a potrubné rozvody“ si však vyžadujú špeciálne požiadavky na proces skúšania, identifikácie a verifikácie vyrábaných rúr.

Spracovanie odpadov a environmentálne aspekty výroby ocele

Oblasť spracovania a ďalšieho využitia odpadov z výroby ocele bola ďalšou oblasťou, ktorej sme sa dlhodobo venujeme už od svojho vzniku. Hľadanie možností spracovania rafinačnej trosky z panvovej pece a jej zhodnotenia vyústilo do spolupráce s luxemburskou spoločnosťou Carmeuse, ktorá vykonala množstvo analýz trosky so zámerom pripraviť projekt jej využitia v stavebníctve v omietkových materiáloch. Hoci sa uvedený projekt nakoniec nerealizoval, podarilo sa nám získať cenné poznatky o priebehu „dozrievania“ trosky, na čo sme využili unikátny systém časozberných snímok a termočlankového záznamu teploty pod sledovanou haldou.

V environmentálnej oblasti ešte ostaneme. Okrem spracovania odpadov sme značné úsilie venovali aktivitám, ktoré Železiarne Podbrezová bezpečne etablojú na trhu so „zelenou oceľou“. Spomínané aktivity môžeme rozdeliť do dvoch oblastí: náhrada fosílnych uhlíkonosných materiálov pre výrobu



oceľ v EOP alternatívnymi materiálmi na báze obnoviteľných zdrojov uhlíka a revízia a výpočet uhlíkovej stopy výroby oceľ a oceľových rúr podľa relevantných metodík (CFP, Scope 1-2-3). V prvej oblasti sa dlhodobo angažujeme v podpore implementácie biokompozitného materiálu PE60 v úlohe napeňovacieho činidla trosky v EOP. Tento materiál vyvinula sesterská spoločnosť Pipex Energy a okrem našej oceliarne bol materiál úspešne odskúšaný vo viacerých oceliarniach v Taliansku. Výrobca pritom deklaruje asi 60-percentnú úsporu emisií CO₂ v porovnaní so štandardne používaným antracitovým uhlím. Taktiež sme angažovaní v procese náhrady kusového antracitového uhlia ako nauhličovacieho činidla oceľ v EOP nefosílnou, biouhľovou alternatívou. Oba spomínané materiály významne znižujú hodnotu merných emisií CO₂ a ďalej tak znižujú už i tak nízku uhlíkovú stopu z výroby oceľ v ŽP, a. s., postavenej na princípe výroby z oceľového odpadu a na priaznivom energetickom mixe SR.

Žiaruvzdorné materiály

V oblasti životnosti a spoľahlivosti keramických materiálov používaných pri výrobe a odlievania oceľ sa dlhodobo zameriavame na zvýšenie limitu životnosti kľúčových komponentov zariadenia plynulého odlievania oceľ (ZPO) – ponorných trubíc a výmurovky hubice medzipanvy. Výsledky dlhodobého výskumu preukázali dostatočnú rezervu oboch komponentov na ďalšie zvyšovanie sekvenčnosti a tým aj produktivity výrobných prevádzok. Popri ZPO bol výskum v ostatných rokoch venovaný aj modernizácii technológie výroby stredového veka EOP na princípe monolitického telesa, vyrobeného zo žiaruvzdorného betónu.

Vysokoteplotné materiálové vlastnosti

Vybudovaním pracoviska LVKP v spolupráci s Fakultou materiálov, metalurgie a recyklácie sme získali možnosť vykonávať vo vlastnej réžii korózne skúšky vzoriek rúr z oceľ, určených do prostredia agresívnych spalín, vznikajúcich pri spaľovaní biomasy. Do dnešného dňa boli realizované skúšky s kotlovými akostami P91, MarBN, T5, 10CrMo9-10, 13CrMo4-5, 16Mo3 a tiež s bimetalickou vzorkou z projektu GRAMAT. Akosť T5 bola taktiež podrobená skúške tečenia pri zvýšenej teplote (*creep*) v príslušných zariadeniach v ŽP, a. s. a výsledky skúšok dopadli úspešne.

Digitálna podpora výroby

V tejto oblasti vyvíjame niekoľkoročné úsilie v spolupráci s univerzitným pracoviskom ÚAIM SJF STU v Bratislave, interným pracoviskom Tcú a tiež so ŽP Informatikou. Podarilo sa nám vytvoriť jednoduchý, no účinný systém „BigVo“, sprístupňujúci bilančné údaje o výrobe a odlievania oceľ (tzv. UNIX) v prehľadnom a užívateľsky známom prostredí MS Excel s prispôbeným kontextom zobrazenia údajov podľa ľubovoľnej kombinácie parametrov. Pre dynamické údaje z odlievania oceľ na ZPO bol na základe našej iniciatívy upgradovaný pôvodný systém „ZPOserver“ do podoby nového systému „Voserver“, ktorý v súčasnosti poskytuje okrem údajov zo ZPO aj vybrané dynamické údaje z agregátov EOP a LF. Spolu s pracoviskom ÚAIM sme úspešne podali projekt APVV-22-0436 s názvom „Dátová podpora riadenia procesu plynulého odlievania oceľ na posilnenie výrobných flexibilit a environmentálnej udržateľnosti v Železiarňach Podbrezová“ (akronym SMBOOST), ktorý nadväzuje a využíva výsledky z predchádzajúceho, úspešne riešeného projektu APVV-14-0244 s názvom „Vývoj softvérovej podpory s využitím fyzikálnej simulácie pre optimalizáciu procesov plynulého odlievania oceľ ako systémov s rozloženými parametrami pre Železiarne Podbrezová, a. s.“.



V tejto súvislosti musíme spomenúť aj naše etablované pracoviisko s pracovnými stanicami a výpočtovým softvérom DEFORM-3D. Výpočty numerických modelov tvárniacich procesov v číselnej či grafickej podobe veľakrát preukázali svoju užitočnosť pri analýze tvárniacich defektov, hľadani nových, lepších tvarov vstupných polotovarov či vyčíslení hodnôt napäťových, deformačných a teplotných polí v danom mieste a čase.

V spolupráci so ŽP Informatikou s.r.o. a výrobnou prevádzkarňou Ťaháreň rúr sme spustili pilotnú overovaciu časť projektu implementácie moderného elektronického systému na priamu evidenciu nameraných hodnôt ťahaných rúr do príslušnej databázy, ktorý umožňuje jednoznačne dosledovať výrobnú históriu daného nástroja z hľadiska vytiahnutého množstva, rozmerov, akostí a výrobných zákaziek. Uvedený systém by mal okrem iného výraznej zjednodušiť a zrýchliť výber a nasadenie nástroja, ktorý bude dávať požadovaný rozmer vytiahnutých rúr „na prvú dobrú“.

Interné výskumné projekty

V roku 2023 bolo riešených šesť interných výskumných projektov, ktoré svojim obsahom pokrývali požiadavky všetkých výrobných prevádzkarní a ich tematické zameranie bolo v oblasti zvyšovania technologickej úrovne výroby a odlievania ocele, zvyšovania životnosti a úžitkových vlastností hutníckej keramiky, zvyšovania technologickej úrovne výroby oceľových rúr, implementácie dátovej analýzy vo výrobnom procese, hodnotenia kvality výroby ocele a oceľových rúr a spracovania odpadov a druhotných surovín. Dosiahnuté výsledky sú bližšie uvedené v kapitole 4.2.

V rámci výskumno-vývojových aktivít zameraných na financovanie výskumu z agentúry APVV bolo v roku 2023 ukončené riešenie výskumného projektu z oblasti rozmerovej stability valcovaných rúr a jej dopadu na výslednú geometriu presných ťahaných rúr (APVV-18-0418). Zároveň bol spustený spomínaný nový projekt z oblasti digitalizácie výroby a plynulého odlievania ocele APVV-22-0436, ktorý je riešený v spolupráci so Strojníckou fakultou STU v Bratislave.

Na záver môžeme povedať, že z pohľadu stanovených cieľov v oblasti výskumu a vývoja boli stanové ciele pre rok 2023 splnené. Čo sa týka hospodárskych cieľov našej spoločnosti tu sme zaznamenali nárast oproti roku 2022 a spoločnosť skončila so ziskom po zdanení v sume 26 106€.

Plán výskumno-vývojovej činnosti našej spoločnosti bol v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi upravený do podoby dvanástich výskumných projektov. Tieto projekty sú bližšie popísané v 8. kapitole.



3 ĽUDSKÉ ZDROJE, VZDELÁVANIE A SOCIÁLNA OBLASŤ

ŽP Výskumno-vývojové centrum, s. r. o. zamestnávala k 31. 12. 2023 sedemnást technicko-hospodárskych zamestnancov na pracovný pomer, z toho jeden zamestnanec pracoval na skrátenej pracovnej zmluve. V Odbore výskumu a vývoja pracovalo štrnásť zamestnancov v štyroch výskumných oddeleniach, tri zamestnankyne pracovali v Hospodársko-správnom odbore.

Obhajobou Dizertačnej práce na tému „Návrh systému merania a prediktívnej údržby presných bezšvíkových rúr pre automobilový priemysel v podmienkach ŽP a.s. v študijnom odbore Strojárske technológie a materiály ukončil doktorandské štúdium v roku 2023 Ing. Michal Kán, PhD.

Prehľadovanie kvalifikácie a ďalšie vzdelávanie sa uskutočňovali v súlade s hlavným odborným zameraním na výskum a vývoj, ako aj v ekonomickej a personálnej oblasti. Vzdelávanie sa uskutočňovalo na pracovisku formou odborných konzultácií, pracovných porád, pracovných seminárov a online seminárov. Mimo pracoviska spoločnosť vysielala zamestnancov na kurzy, školenia, odborné semináre a iné vzdelávacie aktivity.

Spolupráca s univerzitami sa realizovala organizovaním odborných seminárov a ďalej v oblasti poskytovania odbornej pomoci a konzultácií pri vypracovávaní bakalárskych, diplomových a dizertačných prác.

Sociálny program pre zamestnancov spoločnosť realizuje v spolupráci s materskou spoločnosťou ŽP, a. s. Zamestnancom boli poskytnuté finančné a nefinančné benefity zo sociálneho fondu. Zamestnanci využili možnosť rehabilitácie pracovnej sily, letné detské tábory, účasť na kultúrnych a športových podujatiach podľa vlastného výberu. Spoločnosť aj naďalej prispievala svojim zamestnancom do doplnkového dôchodkového poistenia ako aj do nového programu spoločnosti Allianz v oblasti životného poistenia. Pre vybraný okruh zamestnancov v oblasti zdravotnej starostlivosti zabezpečila možnosť absolvovať preventívnu lekársku prehliadku v zdravotníckom zariadení NOVAMED.

Pri plnení pracovných povinností sa kládol dôraz na udržiavanie priateľskej a neformálnej atmosféry na pracovisku. Pri zadávaní a riešení pracovných úloh sa využíval individuálny prístup.

Spoločnosť sa snaží podporovať aj mimopracovné spoločné aktivity svojich zamestnancov, napr. organizovaním športových podujatí i neformálnych spoločenských stretnutí.



4 VÝSKUMNO-VÝVOJOVÁ ČINNOSŤ

4.1 Výskumné projekty

V roku 2023 boli riešené tieto interné výskumné projekty ŽP, a. s. a projekty APVV:

ČÍSLO	NÁZOV PROJEKTU	AKRONYM
VaV-2020-VP1	Zvyšovanie technologickej úrovne výroby a odlievania ocele	STEEELTECH
VaV-2020-VP2	Zvyšovanie životnosti a úžitkových vlastností hutníckej keramiky	REFRACER
VaV-2020-VP3	Zvyšovanie technologickej úrovne výroby oceľových rúr	TUBETECH
VaV-2020-VP4	Implementácia dátovej analytiky vo výrobnom procese	ANALYTIKA
VaV-2020-VP5	Hodnotenie kvality výroby ocele a oceľových rúr	KVALITA
VaV-2020-VP6	Spracovanie odpadov a druhotných surovín	ENVIRONMENT
ČÍSLO	NÁZOV PROJEKTU APVV	ŽIADATEĽ
APVV-18-0418	Výskum príčin vzniku geometrických odchýlok pri výrobe bezšvíkových rúr a ich technologická dedičnosť s dôrazom na tvarovú stabilitu presných rúr ťahaných za studena	MTF STU
APVV-22-0436	Dátová podpora riadenia procesu plynulého odlievania ocele na posilnenie výrobných flexibilit a environmentálnej udržateľnosti v Železiarňach Podbrezová	SjF STU

4.2 Dosiahnuté výsledky

Dosiahnuté výsledky boli prezentované vo výskumných správach, ktoré sú uvedené v 0. kapitole. Záverečné výskumné správy ŽP VVC za rok 2023 č. 4 – 9 podrobne popisujú dosiahnuté výsledky a boli postúpené Predstavenstvu ŽP, a. s. ako aj jednotlivým prevádzkarňam. V nasledujúcej časti stručne uvádzame vybrané výsledky výskumu v jednotlivých výskumných projektoch.

VaV-2020-VP1 STEEELTECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby a odlievania ocele

Téma č. 1: Technologická úroveň plynulého odlievania

Analýza teplôt spalín v procese predohrevu medzipanvy

Cieľom prác bolo dosiahnuť lepší predhrev výtokových otvorov medzipanvy úpravou horného kameňa výlevky. Vďaka algoritmickej analýze signálov bolo možné dať do súvisu oscilácie meraných teplôt spalín a prietoky plynu pri výhrevoch medzipaniev. Z analýzy predohrevu medzipaniev vyplýva, že bude možné vyvinúť algoritmy, ktoré môžu sledovať signály prietokov plynu a signalizovať neštandardné situácie, napr. nadmernú osciláciu prietoku plynu alebo krátkodobé vypnutie ohrevu.

Úprava dávkovača lejacieho prachu

Cieľom technických úprav bolo zvýšenie spoľahlivosti, robustnosti a flexibility zariadení s výhľadom dávkovania prachu aj pre najmenší formát S105. Úpravy pozostávajú z novej dávkovacej špirály, novej ochrannnej hadice, nových koncoviek dávkovania a nového riadenia otáčok špirály plynulo z maximálnej do nulovej rýchlosti. Inováciu funkčných častí dávkovačov lejacieho prachu je možné považovať za ukončenú, čím sa podarilo zvýšiť ich spoľahlivosť a predĺžiť ich životnosť.

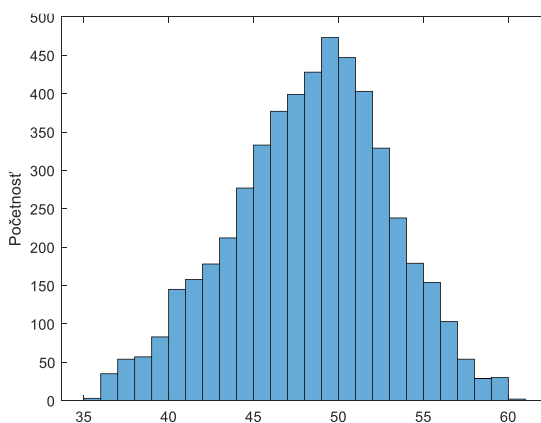


Obr. 1 Inovované dávkovače lejacieho prachu

Budúce plánované vylepšenia počítajú s nasadením merania otáčok hriadeľa, signalizáciou nízkej úrovne prachu v zásobníku a solenoidovým ventilom na riadenie prietoku stlačeného vzduchu na poháňanie prachu krátkymi impulzami.

Téma č. 2: Materiálovo-energetická bilancia výroby ocele v elektrickej oblúkovej peci

Výpočtový model materiálovo-energetickej bilancie je dôležitým nástrojom na analýzu energetickej účinnosti tavenia v elektrickej oblúkovej peci. V priebehu roka 2023 bol výpočet úplne transformovaný z pôvodného jazyka MS Excel do jazyka M (MATLAB®). Vďaka tejto transformácii je možné daný model pohodlne využívať na analýzu tisícov taviieb a tak vytvárať relevantné štatistické modely a získané výsledky jednoduchšie aplikovať vo výrobných praxi.



Obr. 2 Absolútna početnosť taviieb v EOP (N = 5180 taviieb) s danou energetickou účinnosťou

V tomto roku konštatujeme ukončenie prác na transformácii výpočtu do softvéru MATLAB®, vďaka čomu sa zjednoduší transfer poznatkov do praxe. Táto téma je zároveň obsahovo blízka tézam projektu APVV 22-0436, ktorého riešenie bolo odštartované 1. 6. 2023.

VaV-2020-VP2 REFRACER: Zvyšovanie životnosti a úžitkových vlastností hutníckej keramiky*Téma č. 1: Životnosť stredového veka elektrickej oblúčkovej pece*

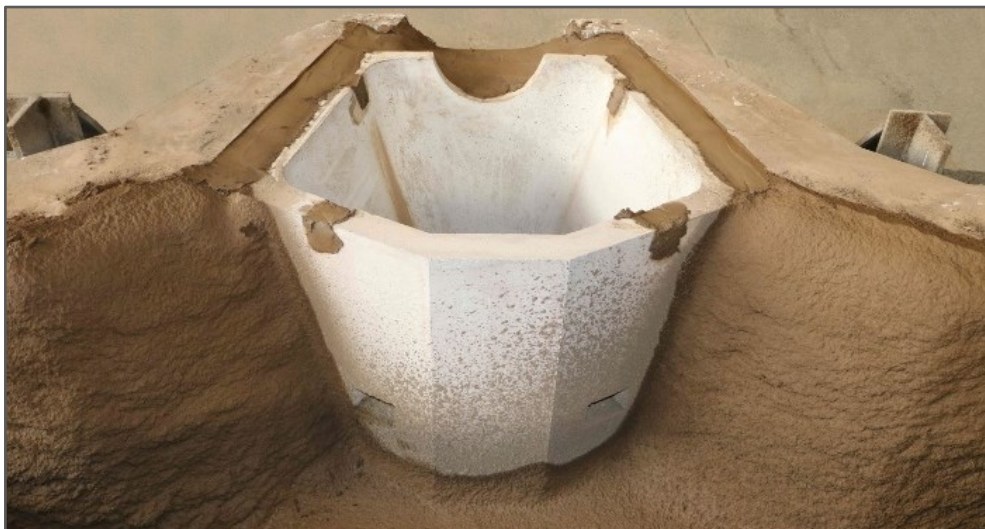
Cieľom prác bolo zvýšenie životnosti stredového veka EAF, ktoré je súčasťou taviaceho agregátu, a to nahradením aktuálne používanej materiállovej kombinácie stredového veka stavivo/žiarobetón monolitickou žiarobetónovou výmurovkou. V roku 2023 bolo použitých 6 monolitických stredových vek, pričom priemerný mesačný počet taviieb s oboma typmi vek bol 244. To, že sa dosiahnutá hodnota je oproti minulému roku nižšia o 50 taviieb, je možné pripísať nedostatku zákaziek a s tým súvisiacej „rozdrobenosti“ výroby. Predpokladáme, že z prevádzkových faktorov malo najväčší vplyv tepelné cyklovanie materiálu v prestojoch medzi tavbami. Každopádne však na životnosť výmurovky EAF pôsobí mnoho technologických faktorov, ktoré je zložité zohľadňovať pri vyhodnotení, pretože žiaden z nich nepôsobí samostatne, ale komplexne spolu s ostatnými relevantnými faktormi.



Obr. 3 Desiate experimentálne monolitické stredové veko po sušení v Termoboxe

Téma č. 2: Životnosť pracovnej výmurovky hubice medzipanvy

Cieľom náhrady striekanej výmurovky žiarobetónovým monolitom bolo zvýšenie životnosti pracovnej a trvalej výmurovky hubice medzipanvy. Podobne ako v uplynulých rokoch, aj v roku 2023 bola po každej ukončenej sekvencii zaznamenávaná miera opotrebovania použitého monolitu v oblasti troskovej čiary. Spolu bolo takto analyzovaných 9 monolitov. Vizuálne kontroly počas odlievania neodhalili praskanie materiálu monolitov. Po obhliadkach bolo konštatované, že monolity v oblasti troskovej čiary boli opotrebované do maximálnej hĺbky 22 mm. Na základe výsledkov odlievania 18-tavbových sekvencií je možné konštatovať, že žiaruvzdorný monolit v porovnaní so štandardným torkrétom poskytuje vysokú mieru bezpečnosti voči poškodeniu trvalej výmurovky a oceleového plášťa medzipanvy. Má garantované štruktúrne vlastnosti a vyniká chemickou stálosťou. Na základe pozitívnych výsledkov hodnotenia hrúbky steny monolitov na troskovej čiare po 18-tavbovej sekvencii je dôvodné odporúčať skúšobné odlievanie 19-tavbových sekvencií.



Obr. 4 Pracovná výmurovka s osadeným monolitom po vysušení

Téma č. 3: Životnosť ponorných trubíc

Táto téma sa riešila v úzkej spojitosti s predchádzajúcou témou č. 2. Pri hodnotení témy za rok 2022 sme predpokladali, že v roku 2023 dôjde k prevádzkovému overeniu hypotézy o dostatočnej rezerve životnosti monolitu a ponorných trubíc pre odlievanie 19-tavbových sekvencií. Tento zámer sa však nepodarilo uskutočniť, keďže vo väčšej časti roka 2023 sa plán výroby vyznačoval citeľným nedostatkom zákaziek a tým aj „rozdobenosťou“ výroby. Z tohto dôvodu nebolo možné odliat ani jednu 19-tavbovú sekvenciu.



Obr. 5 Trojica ponorných trubíc po 17-tavbovej sekvencii (1065 minút odlievania)

Hodnotenie stavu použitých trubíc potvrdilo aj v roku 2023 hypotézu o dostatočnej životnosti s využitím štatistickej analýzy a modelovania miery opotrebovania ako funkcie počtu tavieb, resp. celkovej doby liatia v danej sekvencii. Dlhodobý výskum životnosti trubíc VESUVIUS VK 00939 preukázal, že daný typ trubíc je jednoznačne vhodný na odlievanie 18-tavbových sekvencií. Vyššia sekvenčnosť pritom prináša vyššiu produktivitu a tým aj nižšie náklady na tonu odliatej ocele.

Téma č. 4: Aplikácia žiaruvzdorných tvaroviek z materiálu KAMAG 92 v trvalej výmurovke elektrickej oblúkovej pece

V septembri 2022 bola prediskutovaná možnosť použitia žiaruvzdorných tvaroviek (tehál) z páleného magnéziového staviva KAMAG 92 v trvalej výmurovke elektrickej oblúkovej pece (EAF). Cieľom následne realizovanej výskumnej skúšky č. 1/2023/ŽPVVC bolo overenie funkčnosti a spoľahlivosti výmurovky pri aplikácii v EAF. Doteraz používané tvarovky z materiálu SLI 95 sú z produkcie SLOVMAG, a. s., Lubeník. Počas realizácie skúšky bolo v danej kampani vyrobených 256 tavieb.



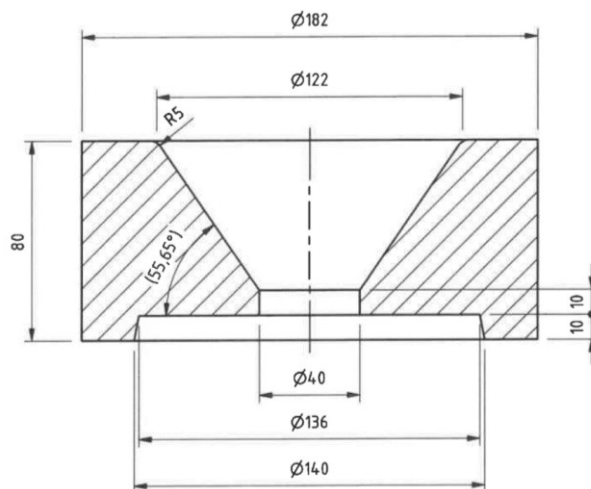
Obr. 6 Pohľad na trvalú výmurovku EAF s tvarovkami KAMAG 92 a SLI 95 po ukončení 256-tavbovej kampane

Objektívnym porovnávacím kritériom boli materiálové skúšky predmetných tvaroviek z kampane. Na základe nameraných hodnôt bol vyslovený záver, že tvarovky z materiálu KAMAG 92 sú vhodné na použitie v trvalej výmurovke EAF v prípade, že budú po ukončení jednej kampane (250 – 300 tavieb) nahradené novými kusmi. Taktiež ekonomický aspekt favorizuje súčasne používaný typ tvaroviek. Na základe výsledkov skúšky tak bolo odporúčané nemeniť súčasne používané tvarovky SLI 95 za nový typ KAMAG 92.

Téma č. 5: Úprava horného kameňa výlevky na dosiahnutie vyššej teploty výtokových uzlov medzipanvy pred zahájením odlievania novej sekvencie

Cieľom projektu bolo experimentálne overenie funkčnosti upraveného horného kameňa výlevky medzipanvy. Úprava spočívala v zmenšení plochy medzikružia horného povrchu kameňa, čím by malo dôjsť k intenzívnejšiemu prieniku spalín cez výtokový otvor a tým aj k lepšiemu prehriatiu celého výtokového uzla počas predhrevu medzipanvy na zariadení MAPEKO. Zároveň došlo k zúženiu charakteristickej „rímasy“, na ktorú dopadá oceľ po preliatí cez okraj štartovacej trubice, čím sa

skrátiteľ časový interval medzi preliatím okraja trubice a vtečením ocele do otvoru. Vedľajším prínosom bola nižšia spotreba žiaruvzdorného materiálu a nižšia hmotnosť výrobku.



Obr. 7 Variant horného kameňa výlevky s upraveným vrchným (80 → 122 mm) a spodným (50 → 40 mm) priemerom kužeľového otvoru

Počas výhrevu medzipanvy na plošine ZPO na zariadení MAPEKO sa realizovalo priame termočlánkové meranie teploty spalín vo všetkých troch výlevkách. Zo získaných výsledkov z obdobia 10/2022 – 05/2023, sa ukázalo, že pri väčšom otvorení prechádza skrz otvor viac spalín, čo umožňuje lepšie prehriatie otvoru. Vyššia dosiahnutá teplota výlevky a nižší, resp. žiadny rozstrek ocele pri dopade na horný kameň má potenciál znížiť riziko zamrznutia lejacích prúdov pri rozťahovaní novej sekvencie.

VaV-2020-VP3 TUBETECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby oceľových rúr

Téma č. 1: Zvýšenie technologickej úrovne valcovacej trate

Návrh systému riadeného chladenia valcov pretlačovacej stolice

V roku 2023 pokračovala skúšobná prevádzka nových dýz, ktoré boli nasadené v roku 2022. Súčasne s tým bolo realizované meranie teploty pracovného povrchu valca kontaktnou prototypovou sondou LPTP VUT Brno. Teplota bola meraná v 1. až 12. koši stolice so zaslepeným otvorom pre 3. dýzu. Uvedené merania poslúžili na zistenie skutočnej teploty povrchu tvrdokovových valcov, ktorá nesmie prekročiť výrobcom stanovenú hodnotu.

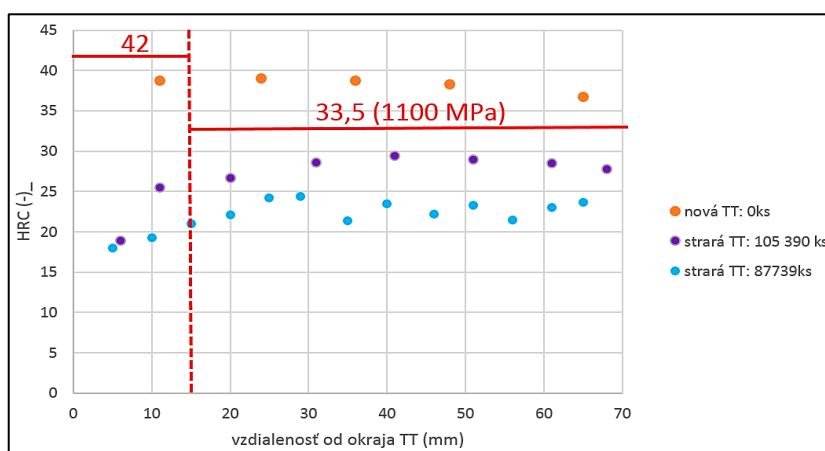
Výsledkom redukcie počtu dýz v chladiacom venci koša je zníženie rizika kontaktu chladiacej vody s trňovou tyčou a tým zachovania tribologických vlastností povrchu tyče. Uvedené zlepšenie bolo dosiahnuté vďaka náhrade troch dýz pôvodného typu v chladiacom venci za dve dýzy nového typu. Vedľajším pozitívnym efektom je zlepšenie chladiaceho účinku pri súčasnom znížení spotreby vody. Overenie chladiaceho efektu nového chladenia bolo realizované meraním povrchovej teploty valcov. Tá pri štandardnom režime valcovania dosiahla hodnoty v rozsahu 33 – 59 °C.

Vedľajším cieľom bol návrh nového chladiaceho venca a jeho integrácia do konštrukcie koša. Nový chladiaci veniec bol navrhnutý a v prevádzke úspešne otestovaný. Treba však poznamenať, že táto úloha je stále v štádiu prototypového návrhu a testovania.

Návrh systému regulácie a riadenia chladenia valcov pretlačovacej stolice podľa vzoru chladenia valcov ťahovej redukcie dosiahlo ucelenú predstavu o tom, ako postupovať pri implementácii nového systému vo výrobe.

Valcovanie hrubostenných rúr s telesom trňa vyrobeného z novej trňovej tyče

Prevádzkový experiment bol realizovaný na testovanie hypotézy o vplyve materiálu tela dierovacieho trňa na excentricitu vydierovaných klátikov. Pre zistenie pevnostných vlastností trňových tyčí ako polotovaru na výrobu tela dierovacieho trňa bola urobená analýza mechanických vlastností „starých“, dlhodobo používaných trňových tyčí po cca 100 000 výrobných cykloch, kedy bývajú spravidla vyradené z prevádzky. Porovnanie tvrdosti starých používaných a nových nepoužitých tyčí je na obr. 8.



Obr. 8 Tvrdosť materiálu trňových tyčí v priereze (vzorkovanie v radiálnom smere)

Povrchová vrstva má dosahovať tvrdosť 42 – 45 HRC. Ako je z grafu zrejmé, nová tyč dosahuje vo všetkých bodoch vyššiu hodnotu tvrdosti v porovnaní s predpísanou minimálnou hodnotou 33,5 HRC, zodpovedajúcou pevnosti 1100 MPa. Vyradené tyče túto hodnotu nespĺňajú; ich priemerná hodnota pevnosti je okolo 770 MPa. Navyše sa na povrchu tyčí dá pozorovať množstvo trhlín, siahajúcich do hĺbky 7 mm.

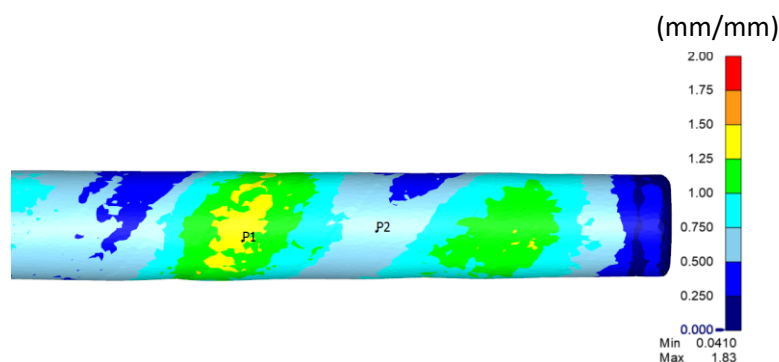
Na základe týchto poznatkov predpokladáme, že v dôsledku namáhania trňa vzperom môže dochádzať k trvalej deformácii tela trňa s následným vyosením voči osi matrici. Materiál vyradenej trňovej tyče tak nespĺňa požiadavky a s najväčšou pravdepodobnosťou nie je vhodný na výrobu dierovacích trňov. Z výkresovej dokumentácie aj zo samotnej konštrukcie trňa vyplýva, že opotrebovanie nástroja by sa malo sústreďovať v hlave trňa, ktorá sa dá jednoducho vymeniť. Tento systém by sme radi zachovali a výmena opotrebovaného nástroja by spočívala iba vo výmene opotrebovanej hlavy a puzdier vo vodiacom krúžku. Konečné výsledky výskumnej skúšky budú prezentované až po vyradení všetkých desiatich experimentálnych trňov.

Z 10 experimentálnych trňov dĺžky 1550 mm boli ku koncu roka 2023 v obehu 4 trne. Počas experimentu je pre daný trň sledovaná priemerná excentricita ako funkcia počtu vydierovaných kusov. Dosahovaná priemerná excentricita neprekročila 5,2 %; napríklad trň č. 1553 vydieroval 23 500 kusov, čo je množstvo, na ktoré je štandardne potrebných viac ako 21 pôvodných dierovacích trňov. Hlavným limitom vyššej životnosti tak ostáva hlava trňa a jej odolnosť voči opotrebovaniu.

Dôležitým limitom pre používanie nových trŕňov je hodnota medzného opotrebovania puzdra. Pretože je táto medza neznáma, bude dôležité dôsledne sledovať opotrebovanie puzdra v rámci výrobných odchýlok. Aj napriek niekoľkonásobnému použitiu puzdra nie je nateraz možné vytvoriť spoľahlivý model jeho opotrebovania.

Téma č. 2: Numerické modelovanie výroby valcovaných rúr

Cieľom numerických simulácií bolo kvantifikovať vplyv rôznych vnesených technologických defektov (excentricita, hrúbka steny, vyosenie lupy) na vznik charakteristickej špirálovej deformácie na povrchu odvalcovanej lupy, obr. 9). Tento charakteristický defekt bol simulačne preukázaný na modeli ideálnej lupy bez excentricity. Od začiatku sme pracovali s hypotézou, že existencia excentricity môže špirálovú stopu od valcov odvalcovacej stolice ešte viac prehĺbiť.

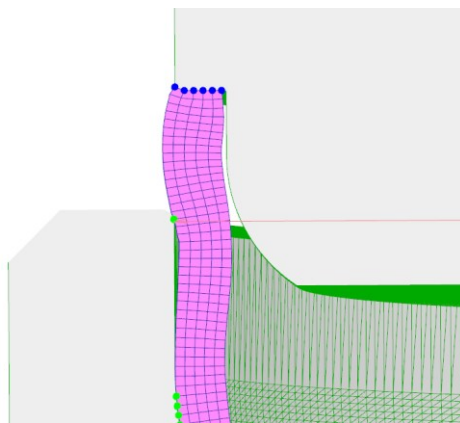


Obr. 9 Intenzita plastickej deformácie na povrchu odvalcovanej lupy

Z výsledkov simulácií môžeme konštatovať, že excentricita na lupe má výrazný vplyv na hĺbku špirálovej stopy. Maximálny rozdiel v intenzite deformácie medzi sledovanými bodmi P1 a P2 dosiahol hodnotu 0,86 pri excentrickej a 0,30 pri ideálnej lupe.

Téma č. 3: Výroba rúrových tvaroviek

Modelovým materiálom na výrobu tvaroviek bola oceľ akosti E235 vo valcovanom stave. Cieľom numerických simulácií bolo porovnať dve technológie lisovania pre výrobu troch rozmerov tvaroviek z hľadiska presnosti dosiahnutia predpísaných rozmerov – lisovanie s predlisovaním a priame lisovanie do matrice. Taktiež bol simulovaný vplyv excentricity na dosiahnutú presnosť rozmerov. Vďaka modelom bolo zároveň možné identifikovať potenciálne riziká danej technológie.



Obr. 10 Vytlačenie materiálu pri priamom lisovaní do matrice

Na základe výsledkov numerických simulácií a tiež prevádzkových skúseností pracovníkov Vt ŽP, a. s. boli formulované návrhy na výrobu nástrojov pre dané redukcie. V prípade lisovania redukcií priamo do matrice je potrebné vyrobiť matrice s väčším priemerom, čím sa zníži riziko vytlačenia materiálu počas lisovania. Pre uvoľnenie a vybratie zalisovanej redukcie z matrice lisu je potrebné vybaviť lis dôležitou súčiastkou – vyhadzovačom.

Pri výrobe redukcie $\varnothing 114 \times 3,6 / \varnothing 88,9 \times 3,2$ mm rozšírením úpichu $\varnothing 88,9 \times 4$ mm na rozširovacom trní hrozí v dôsledku nesprávneho usadenia úpichu na trní riziko vyosenia. V prípade zmenšenia priemeru kritickej časti trňa napr. na $\varnothing 80,5$ mm by úpich dosadol na trň o 5 mm hlbšie, čím by sa výrazne znížilo riziko nesprávneho usadenia úpichu na lisovací nástroj.

Téma č. 4: Geometrické a silové pomery pri ťahaní rúr

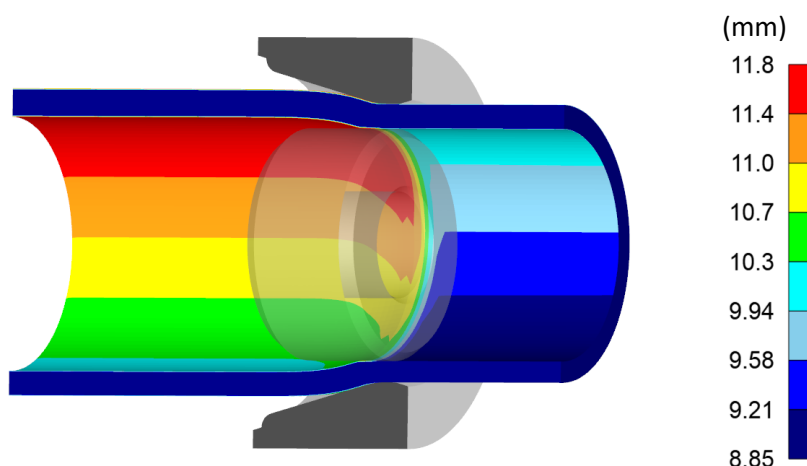
Evidencia prievlakov

V roku 2023 bola spustená testovacia prevádzka systému evidencie prievlakov a meracích zariadení. V rámci vývojovej skúšky č. 2/2023/ŽPVVC boli do informačného systému zaznamenané prvé namerané hodnoty, ktoré budú slúžiť na výber prievlakov príslušných hodnôt.

V ďalšom riešení odporúčame spustiť systém sledovania excentricity presných rúr, kedy pomocou evidencie nástrojov a ich priradeniu k jednotlivým zákazkám môžeme sledovať zmenu rozmerov jednotlivých rúr pri výrobe ťahaním za studena. Značnou mierou k tomu prispeje aj digitalizácia merania rozmerov pri ťahaní prostredníctvom bezdrôtových meradiel, ktoré zabezpečia evidenciu rozmerov vytiahnutých rúr priamo na jednotlivých nástrojoch, s ktorými sa vďaka novému informačnému systému spájajú s konkrétnymi zákazkami. To zabezpečí lepší prehľad o priebehu výroby presných ťahaných rúr, čo bude mať pozitívny efekt aj pre zákazníkov ŽP, a. s.

Rozmerová presnosť HPZ rúr

Cieľom tejto úlohy bolo vykonať numerickú výrobu HPZ rúry ťahaním za studena zo vstupnej valcovanej rúry s danou excentricitou a tým kvantifikovať zmenu pôvodnej hodnoty excentricity po ťahaní na finálny rozmer. Pre tento účel boli vybraté dva rozmery HPZ rúr, ktoré sa štandardne vyrábajú dvojťahovou technológiou. Pri výrobe týchto rúr je excentricita v tvare skrutkovice na vnútornom priemere alebo v pozdĺžnom smere dlhodobým problémom.



Obr. 11 Hrúbka steny ťahanej lupy



V prípade dvojťahovej technológie sa hodnota vstupnej excentricity pri výrobe HPZ rúr výrazne neznižila. Výraznejšie zníženie je možné dosiahnuť iba s použitím vyššieho počtu ťahov, čo by však spôsobilo zvýšenie výrobných nákladov. Taktiež technológia výroby pre uvedené rúry je limitovaná rozmerom lupy. Aj v tomto prípade sa potvrdilo, že výsledné rozmery rúr výrazne závisia od valcovaného polotovaru. Ako účinné riešenie problematiky excentricity sa preto aj naďalej javí používanie dierovacích trŕňov, vyrobených z nových trŕňových tyčí, ako už bolo uvedené v téme č. 1.

VaV-2020-VP4 ANALYTIKA: Implementácia dátovej analytiky vo výrobnom procese

Téma č. 1: Výroba a plynulé odlievanie ocele

Aj v roku 2023 bola dopĺňaná databáza BigVo údajmi z tavebného listu a odlievacieho záznamu. Disponujeme tak súborom údajov z viac ako 10-ročnej produkcie plynulo odlievaných sochorov na 3-prúdovom zariadení Danieli. Vysoká funkčnosť a užitočnosť databázy sa prejavila pri riešení ostatných projektov, napr. ENVIRONMENT a STEELTECH. Veľkú užitočnosť vykázala databáza aj pri analýze taviieb s nefosílnymi, resp. nízkofosílnymi uhlíkonosnými materiálmi pre EAF, kde sme na podkladoch databázy BigVo vytvorili analytický zošit „BigBio“ so živým hodnotiacim riadkom a komparačným poľom užívateľom filtrovaných tavebných scenárov. Tento nástroj poslúžil na hĺbkovú analýzu prínosu napeňovadla PE60, vrátane ekonomického zhodnotenia materiálu a emisií CO₂. Za najväčší prínos vytvoreného nástroja však môžeme považovať fakt, že sme s jeho pomocou dokázali nájsť vzťahy medzi materiálovými vstupmi a výrobnošťou agregátu a význačným výrobným parametrom „predváha EBT“ klasifikovať všetky tavebné scenáre. Na základe získaných výsledkov sme potom mohli argumentovať v prospech ďalšieho skúšania materiálu PE60 s presne definovanými parametrami skúšky, ktoré by mali viesť k pozitívnemu výsledku.

VaV-2020-VP5 KVALITA: Hodnotenie kvality výroby ocele a oceľových rúr

Téma č. 1: Transformačné teploty vybraných ocelí

Dilatometrické stanovenie teplôt fázových premien ocelí je jedným z kľúčových prostriedkov optimalizácie valcovania v ťahovej redukovni. Z toto dôvodu bola v roku 2023 na ÚMIK FMMR TUKE realizovaná dilatometrická (DIL) analýza akosti C35E, s výsledkami dodanými v podobe externej správy č. P-102-0024/23. Cieľom DIL analýzy bolo stanoviť hodnotu transformačnej teploty ocele C35E. Akosť C35E bola pritom poslednou akosťou, ktorá chýbala v DIL databáze ŽP VVC.



Téma č. 2: Skúšky na vybraných valcovaných rúrach určených pre transport vodíka

V priebehu rokov 2022 a 2023 boli na ÚMV SAV v Košiciach na akosti X42 realizované tieto skúšky:

- 1) statické ťahové skúšky v 1-osovom ťahu valcových ťahových vzoriek pri teplote okolia v stave bez navodíkovania;
- 2) statické ťahové skúšky v 1-osovom ťahu valcových ťahových vzoriek pri teplote okolia v stave po navodíkovani;
- 3) na základe výsledkov z bodov 1) a 2) bola stanovená priemerná hodnota indexu vodíkového krehnutia;
- 4) statické ťahové skúšky v 1-osovom ťahu valcových ťahových vzoriek s obvodovým V-vrubom pri teplote okolia v stave bez navodíkovania;
- 5) statické ťahové skúšky v 1-osovom ťahu valcových ťahových vzoriek s obvodovým V-vrubom pri teplote okolia v stave po navodíkovani;
- 6) na základe výsledkov z bodov 4) a 5) bola stanovená priemerná hodnota indexu vodíkového krehnutia za prítomnosti napäťového koncentrátora (V-vrub);
- 7) statické ťahové skúšky v 1-osovom ťahu valcových ťahových vzoriek s poniklikovaným* povrchom pri teplote okolia v stave bez navodíkovania;
- 8) statické ťahové skúšky v 1-osovom ťahu valcových ťahových vzoriek s poniklikovaným povrchom pri teplote okolia v stave po navodíkovani;
- 9) na základe výsledkov z bodov 7) a 8) bol stanovený priemerný index vodíkového krehnutia za prítomnosti poniklikovaného povrchu (ochranná bariéra);
- 10) statické ťahové skúšky v 1-osovom ťahu valcových ťahových vzoriek s pomedeným povrchom pri teplote okolia v stave bez navodíkovania;
- 11) statické ťahové skúšky v 1-osovom ťahu valcových ťahových vzoriek s pomedeným povrchom pri teplote okolia v stave po navodíkovani;
- 12) na základe výsledkov z bodov 10) a 11) bol stanovený priemerný index vodíkového krehnutia za prítomnosti pomedeného povrchu (ochranná bariéra)

** Niklík – chemický prípravok, určený na poniklovanie kovových súčiastok*

Kompletné výsledky skúšok budú spoločnosti ŽP VVC s.r.o. dodané vo forme expertíznej správy v prvom štvrtroku 2024. Už teraz však možno jednoznačne konštatovať, že dosiahnuté výsledky dopadli nad očakávania a preukázali, že ŽP, a. s. dokáže vyrábať bezšvíkové oceľové rúry pre distribúciu vodíka. Príslušné technické normy pre kategóriu „Vodíkové potrubia a potrubné rozvody“ si však vyžadujú špeciálne požiadavky na proces skúšania, identifikácie a verifikácie vyrábaných rúr.



Téma č. 3: Kvalita rúr vybraných legovaných akostí

Pri aktuálnych valcovacích podmienkach akosti ZP18Mn122NS v ŽP, a. s. nie je možné garantovať hodnoty vrubovej húževnatosti, ak celková redukcia plochy prierezu hotových rúr je menšia ako 30 % alebo keď dochádza k pechovaniu (zhrubnutiu steny). Je preto na zvážení nahradiť akosť ZP18Mn122NS (E355) inou akosťou, ktorá bude legovaná mangánom až do 1,70 %, kremíkom do 0,50 % a mikrolegujúcimi prvkami Al, Ti, V a Nb jednotlivo alebo v kombinácii. Pre garanciu hodnôt vrubovej húževnatosti akosti ZP18Mn122NS je potrebné upraviť technológiu valcovania tak, aby došlo k zvýšeniu celkovej redukcie prierezu nad 30 % pri všetkých uvažovaných rozmeroch, poprípade je potrebné zabezpečiť riadené ochladzovanie počas valcovania, resp. na chladníku. Tým by sa zamedzilo vytvoreniu nežiaducich acikulárnych mikroštruktúrnych zložiek, znižujúcich hodnotu vrubovej húževnatosti.

Téma č. 4: Creepové vlastnosti žiarupevných ocelí

Bola realizovaná séria creepových skúšok vzoriek ocele akosti T5 pri teplotách 500, 525 a 550 °C a s hodnotami napätia, ako sú definované v príslušnej norme ECCC. V rámci výskumu creepovej odolnosti ocele T5 boli realizované skúšky tečenia pri zvýšenej teplote pre základný materiál, t. j. za tepla valcovaná rúra s rozmerom 82,5 × 12,5 mm. Predmetná rúra bola normalizačne žihaná (940 °C/11 m/h) a popustená (760 °C/4 m/h). Taktiež bola vykonaná mikroštruktúrna a subštruktúrna analýza vzoriek ocele akosti T5 po skúške tečenia pri troch rôznych teplotách a zaťaženiach, ukončených v dvoch prípadoch bez porušenia vzoriek a v jednom prípade s porušením vzorky. Dosiahnuté výsledky creepovej odolnosti pri teplotách 500, 525 a 550 °C prekračujú normou predpísané hodnoty. Výnimku tvorí iba jedna vzorka pri teplote creepu 525 °C a času výdrže 10 000 hod., ktorá vydržala 6 347 hod. V júli 2023 bola pri teplote 525 °C a napätí 121 MPa zaťažená nová vzorka.

Téma č. 5: Výskum koróznej odolnosti žiarupevných ocelí v prostredí spalín biomasy

Pre naplnenie cieľov výskumného projektu v roku 2023 boli realizované experimenty na dodaných kotlových oceliach zo ŽP a.s. v oxidačnom prostredí SO₂ pri teplote 450 °C. Celková doba expozície predstavovala 3000 h, pričom vzorky boli na analýzy vyberané po stanovených časových intervaloch. V externej správe č. P-102-0040/22 z novembra 2023 sú dokumentované a vyhodnotené výsledky energiovo-disperznej spektroskopie (EDS) skenovacej elektrónovej mikroskopie (SEM) na vzorkách P91, T5, MarBN a gradientnej ocele (pôvodom z projektu GRAMAT). Dňa 27. 10. 2023 bola spustená nová skúška koróznej odolnosti v prostredí SO₂ pri teplote 450 °C. Skúšané vzorky sú vyrobené z akostí 10CrMo9-10, 13CrMo4-5 a 16Mo3. Výsledky tejto skúšky budú realizované v roku 2024.



Obr. 12 Zariadenie na korózne skúšky, umiestnené v spoločnom pracovisku LVKP

VaV-2020-VP6 ENVIRONMENT: Spracovanie odpadov a druhotných surovín

Téma č. 1: Spracovanie oceliarskych odpraškov

V roku 2023 bol realizovaný základný výskum pyrometalurgického spracovania oceliarskych odpraškov. V laboratórnom meradle sa študoval proces kalcifikácie oceliarskych odpraškov spojený s magnetickou separáciou produktu kalcifikácie. Konkrétne práce boli zamerané na analýzu vplyvu teploty a množstva pridaného CaO na úspešnosť konverzie ZnFe_2O_4 v odpraškoch. Zároveň sa overovala možnosť magnetickej separácie jednotlivých fáz železa, vrátane $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$, z produktu po kalcifikácii odpraškov. Výskum prebiehal v spolupráci s Ústavom recyklačných technológií Fakulty materiálov, metalurgie a recyklácie Technickej univerzity v Košiciach.

V prípade procesu kalcifikácie sa zaznamenal pozitívny výsledok, ktorý potvrdil priebeh chemickej reakcie, popisujúcej transformáciu fázy ZnFe_2O_4 . V ďalšej etape sa výskum zameria na sledovanie vplyvu nižšieho množstva vápna, nižšej teploty a doby kalcifikácie na úspešnosť transformácie fázy ZnFe_2O_4 .

Keďže sa počas magnetickej separácie strhla do magnetickej frakcie aj fáza ZnO, musíme prevedené separačné experimenty označiť ako neúspešné. Hlavným dôvodom neúspechu bolo použitie príliš silného permanentného magnetu. Ďalší výskum magnetickej separácie odpraškov po kalcifikácii bude preto prebiehať s použitím elektromagnetu s nastaviteľnou hodnotou magnetickej indukcie.

Téma č. 2: Spracovanie trosky z EAF

Výskum v predmetnej téme sa v roku 2023 zaoberal možnosťami využitia jednotlivých frakcií umelého hutníckeho kameniva (UHK) a analýzou príčin zmeny chemického zloženia EAF trosky, ktorá bola sprevádzaná poklesom hodnoty pomeru CaO/SiO_2 . Hodnota $\text{CaO}/\text{SiO}_2 < 2$ je nevyhovujúca pre využitie EAF trosky, resp. výsledného UHK ako zložky portlandského belitického cementu.

Za najvýznamnejší problém využitia UHK, ktorý sa týka aj ŽP, a. s., možno označiť nestálosť chemického zloženia trosky. S cieľom definovať príčiny zmeny chemického zloženia EAF trosky, resp. UHK sa v roku 2023 testovali 3 hypotézy:



Zmena technológie výroby ocele v EAF

Úprava technológie výroby ocele so zavretými troskovými dverami, sprevádzaná nižším množstvom dodaného kyslíka, viedla k zníženiu obsahu železa v troske. Pokles obsahu oxidov železa, tvoriacich majoritnú časť trosky, pravdepodobne viedol k pomerovým zmenám v zložení trosky, ktoré sa prejavili nárastom obsahu ostatných sledovaných prvkov, vrátane vápnika, kremíka a hliníka.

Zmena zloženia vsádzky

Pokles železa v troske, sprevádzaný nárastom obsahu kremíka a hliníka, mohol v spojení so vsádzaním väčšieho množstva liatiny viesť k vzniku trosky s pomerom $\text{CaO/SiO}_2 < 2$. Úplne vylúčiť nie je možné ani odobratie vzorky UHK s obsahom prísady „FeSi mleté“, ktorá sa sype do troskovej nádoby, po jej naplnení troskou. Či sa prísada použila, prípadne v akom množstve sa použila, nie je možné spätne overiť.

Vplyv miesta a času odberu vzorky trosky

Výsledky analýzy potvrdili, že čas odberu vzoriek má vplyv na chemické zloženie trosky. Konkrétne, vzorky trosky odobraté z troskovej nádoby sa vyznačujú výrazne vyšším obsahom železa a poklesom obsahu ostatných analyzovaných prvkov. Súčasným spôsobom vzorkovania nie je možné odobrať vzorku, ktorá by reprezentovala finálne chemické zloženie trosky, resp. UHK.

Téma č. 3: Spracovanie kalov

Táto téma sa zaoberá problematikou kalov z neutralizácie odpadových vôd z morenia rúr, fosfatizačných kalov a kalu pochádzajúceho z neutralizačnej stanice odpadových vôd galvanizačnej linky. Posledný spomenutý kal nebol v roku 2023 predmetom výskumu. Ostatné dva druhy kalov sa skúmali z pohľadu fázového zloženia aj potenciálneho využitia, vrátane aplikácie ako hnojiva obsahujúceho aj odpady, prípadne pôdnu pomocnú látku obsahujúcu aj odpady.

Z charakterizácie kalov vyplynulo, že fosfor sa v nich nachádza v zlúčeninách, ktoré nie sú rozpustné vo vode. Pritom je prítomnosť fosforu, vo vode rozpustnej forme, jednou zo základných podmienok využitia kalov v hnojivách. Ďalším problémom využitia kalov ako hnojív je vysoký podiel zinku. Z uvedených dôvodov sa využitie kalov ako hnojív v tejto etape výskumu vyhodnotilo ako nevhodné. Výskum využitia neutralizačného a fosfatizačného kalu však naďalej pokračuje v spolupráci s ÚRT FMMR TUKE v rámci riešenia študentskej diplomovej práce.

Téma č. 4: Recyklácia CO₂

V roku 2023 sa výskum v tejto téme nerealizoval. ŽP VVC, s. r. o. kooperovalo pri testovaní nových uhlíkových materiálov vo výrobnom cykle EAF. Uhlíkové materiály na báze biomasy sa využili za účelom náhrady kusového aj prachového antracitu, čo viedlo k zníženiu emisií CO₂ z fosílnych palív.



5 ÚROVEŇ EXTERNEJ SPOLUPRÁCE

V rámci kooperačných vzťahov s technickými fakultami na Slovensku boli vybrané časti výskumných projektov realizované v spolupráci s univerzitnými výskumnými pracovníkmi na piatich spoločných pracoviskách:

Kontilab – Strojnícka fakulta STU v Bratislave

Laboratórium rieši úlohy aplikovaného výskumu v oblasti optimalizácie a riadenia plynulého odlievania ocele, najmä sekundárneho chladenia, pričom zahrňuje riešenie úloh identifikácie väzieb medzi materiálovými, technologickými a procesnými veličinami vo vzťahu ku kvalite odliatkov s využitím numerickej simulácie plynulého odlievania, ďalej návrh, implementáciu a testovanie riadiacich algoritmov sekundárneho chladenia v kosimulačnom prostredí MATLAB/Simulink, overovanie výsledkov simulácie meraním teplotných veličín na prevádzke.

LSPO, SimConT a LVKP – Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TU v Košiciach

Pracovisko **LSPO** nadväzuje na dlhoročnú vzájomnú spoluprácu v oblasti výskumu a vývoja spracovania odpadov, vznikajúcich pri výrobe ocele v ŽP, a. s. Prostredníctvom LSPO sa vytvoril priestor pre úzku spoluprácu školy s praxou a tým sa zabezpečili vhodné technické a materiálne podmienky pre realizáciu výskumu a vývoja v oblasti recyklácie kovonosných odpadov.

Pracovisko **SimConT** umožňuje realizáciu výskumu a vývoja v oblasti fyzikálneho modelovania a optimalizácie kinetiky prúdenia ocele v medzipanve ZPO, predovšetkým pri riešení aktuálnych problémov podnikovej praxe a urýchlennom transfere výsledkov výskumu a vývoja do praxe v podobe konkrétnych inovačných projektov. Poskytne doteraz neprístupné možnosti vizualizácie a optimalizácie prúdenia pre vybrané režimy odlievania v podmienkach ŽP, a. s.

Pracovisko **LVKP** slúži na realizáciu korózných experimentov so vzorkami ocelí, určených pre energetický priemysel, napr. akosti P91, MarBN, bimetalický materiál z RFCS projektu GRAMAT a pod. Cieľom prvej množiny experimentov je analýza vplyvu vysokej teploty (600 – 650 °C, zodpovedajúcej parametrom vysokovýkonných kotlových zariadení) a oxidačného prostredia vodnej pary na mikroštruktúru ocelí, vrátane hodnotenia koróznej odolnosti. Cieľom druhej množiny experimentov je analýza vplyvu agresívnych zložiek HCl(g) a SO₂ v spalínach z biomasy na koróznú odolnosť ocelí pri teplote 400 – 450 °C. Pre všetky exponované vzorky sú vypracované oxidačné diagramy, analýzy charakteru a veľkosti korózneho poškodenia a analýzy štruktúrnej stavby a chemického zloženia koróznej vrstvy a morfológie rozhrania korózna vrstva – oceľ a podpovrchovej vrstvy ocele.

OPTECHFORM – Materiálovotechnologická fakulta STU so sídlom v Trnave

Pracovisko rieši úlohy základného a aplikovaného výskumu v oblasti optimalizácie technológie tvárnenia pri výrobe presných rúr v ŽP, a. s. Umožňuje experimentálne štúdium napäťovo-deformačných stavov materiálu počas ťahania. Experimentálna časť je silne podporovaná numerickým modelovaním procesu ťahania v prostredí DEFORM-3D.



Projekty APVV

V rámci výskumno-vývojových aktivít v rámci projektov, financovaných agentúrou APVV bolo v roku 2023 ukončené riešenie výskumného projektu **APVV-18-0418** z oblasti rozmerovej stability valcovaných rúr a jej dopadu na výslednú geometriu presných ťahaných rúr.

V roku 2023 bol zároveň spustený nový projekt **APVV-22-0436** z oblasti digitalizácie výroby a plynulého odlievania ocele. V prvej fáze sa obsahová náplň projektu zameriava na vytvorenie rámca pre digitalizáciu skúseností a znalostí odborníkov, čím sa zachová cenné know-how pre súčasné a nastupujúce generácie pracovníkov a inžinierov. V druhej fáze riešenia je nosnou témou projektu dátová analytika na výrobnoprocesných údajoch, ktoré vytvoria podklad pre koncept virtuálnej oceliarnie. Projekt neobchádza ani otázku environmentálnej udržateľnosti, kde si kladie za cieľ implementovať do dátovej vrstvy prepočet energetickej účinnosti taviaceho agregátu a vytvoriť modely pre ohrev medzipaniev.

ŽIAROMAT a.s.

V spolupráci s touto spoločnosťou sme sa zamerali na zvýšenie životnosti stredového veka elektrickej oblúkovej pece, a to aplikáciou monolitickéj žiarobetónovej výmurovky ako náhrady za kombinované, murovano-liate stredové veko. Rovnako sme sa zamerali aj na zvýšenie ochrannej funkcie pracovnej výmurovky hubice medzipanvy v oblasti troskovej čiary, a to náhradou štandardnej technológie torkrétovania technológiou monolitickéj žiarobetónovej vložky. Pri riešení problematiky „zaťahovania“ lejacích prúdov sme úspešne otestovali funkčnosť upraveného horného kameňa výlevky medzipanvy, takže od začiatku roka 2024 sú v medzipanve používané tieto upravené verzie kameňov.



6 PREZENTÁCIA VÝSLEDKOV SPOLOČNOSTI

Keďže spoločnosť ŽP VVC s.r.o. bola založená so zámerom profesionalizácie výskumno-vývojovej činnosti s prioritnou orientáciou na výrobné a technologické procesy materskej spoločnosti ŽP, a. s. ako aj dcérskych výrobných spoločností, je hlavným potvrdením kvality výsledkov výskumu a vývoja ich úspešná implementácia v prevádzkových podmienkach.

Publikačná činnosť tvorí neoddeliteľnú súčasť prezentácie výsledkov výskumu a vývoja. Konštatujeme, že v roku 2023 boli publikované odborné príspevky na konferencii Kotle a energetická zařízení, ako aj v odborných časopisoch Metalurgija a Crystals, ktoré sú súčasťou databáz WOS, SCOPUS a CCC. V rámci autorstva publikovaných článkov sme boli v pozícii ako prví autori aj ako spoluautori spolu so spolupracujúcimi univerzitnými a výskumno-vývojovými pracoviskami. Výsledky výskumu a vývoja pre potreby spoločnosti ŽP, a. s. boli publikované v jedenástich výskumných správach a štyroch technických správach. Podrobný prehľad publikačnej činnosti ŽP VVC, s. r. o. v roku 2023 je uvedený v 9. kapitole.

V priebehu roku 2023 sa k vybraným výskumným úlohám, resp. operatívnym úlohám pre jednotlivé výrobné prevádzkarne ŽP, a. s. uskutočnilo množstvo pracovných porád a seminárov. K propagácii a prezentácii práce a výsledkov ŽP VVC, s. r. o. slúži aj webové sídlo spoločnosti na adrese www.zpvmc.sk (obr. 13).

PROJEKT APVV-22-0436
Dátová podpora riadenia procesu plynulého odlievania ocele na posilnenie výrobnéj flexibility a environmentálnej udržateľnosti v Železiarňach Podbrezová

VIAČ O PROJEKTE | KONTAKTUJTE NÁS

☐ Projekt APVV-14-0244 „Vývoj softvérovej podpory s využitím fyzikálnej simulácie pre optimalizáciu procesov plynulého odlievania ocele ako systémov s rozloženými parametrami pre Železiarne Podbrezová, a. s.“
☐ Projekt APVV-15-0319 „Výskum technologického procesu tvárnenia pri výrobe rúr s tvarovočleneným vnútorným povrchom“
☐ Projekt APVV-15-0696 „Výskum, výroba a prevádzkové overenie prototypových nástrojov pre tvárnenie výmenníkových rúr s tvarovo členeným vnútorným povrchom pre zvyšovanie efektívnosti energetických zariadení“
☐ Projekt APVV-15-0723 „Vývoj technológie zvarovania pre unikátne creepové ocele vyvíjané v Železiarňach Podbrezová, a.s.“
☐ Projekt APVV-17-0483 „Vývoj keramických materiálov pre žiaruvzdorné vymurovky kotlov s intenzifikovaným spaľovaním biomasy“
☐ Projekt APVV-18-0418 „Výskum príčin vzniku geometrických odchýlok pri výrobe bezvákových rúr a ich technologická dedičnosť s dôrazom na tvarovú stabilitu presných rúr tiahnutých za studena s využitím metrologických systémov“
☐ Projekt APVV-22-0436 „Dátová podpora riadenia procesu plynulého odlievania ocele na posilnenie výrobnéj flexibility a environmentálnej udržateľnosti v Železiarňach Podbrezová“

Digitálna transformácia priemyselného podniku je zložitý, dlhodobý proces. Spoločnosť Železiarne Podbrezová je momentálne v „nulte fáze“ digitalizácie, kedy dáta síce existujú, ale ich štruktúra nie je vhodná pre moderné analytické systémy. V prvej fáze projektu sa zameriame na vytvorenie rámca pre digitalizáciu skúsenosti a znalosti odborníkov, čím sa zachová cenné know-how pre súčasné a nastupujúce generácie pracovníkov a inžinierov. V druhej fáze sa zameriame na dátovú analýzu procesných dát, ktoré vytvoria základ pre koncept virtuálnej oceliarne. Tento koncept umožní upravovať nastavenia procesov tak, aby výroba mohla reagovať pružnejšie. Projekt neobchádza ani otázku environmentálnej udržateľnosti, kde si kladie za cieľ implementovať do dátovej vrstvy prepočet energetickej účinnosti taviaceho agregátu a vytvoriť modely pre ohrev medzipániev. Do piatich rokov predpokladáme prechod významnej časti IT priemyslu na cloudové platformy, ktoré poskytnú väčšiu flexibilitu a škálovateľnosť. Tieto transformácie určite „neobídu“ ani Železiarne Podbrezová a preto bude našim spoločným cieľom nastaviť procesy tak, aby boli v súlade s očakávanými zmenami. Týmto spôsobom chceme tiež motivovať študentov a budúcich mladých výskumníkov pre prácu v náročnom, no fascinujúcom svete oceliarskeho priemyslu.





7 ÚČTOVNÁ ZÁVIERKA K 31. 12. 2023

7.1 Súvaha

A K T Í V A (EUR)	brutto	korekcia	netto	2022
SPOLU MAJETOK	824 775	444 234	380 541	379 490
Neobežný majetok	522 609	444 234	78 375	109 129
<u>Dlhodobý nehmotný majetok súčet</u>	189 886	168 122	21 764	27 968
Software	189 886	168 122	21 764	4 950
Obstarávaný dlhodobý nehmotný majetok	0	0	0	23 018
<u>Dlhodobý hmotný majetok súčet</u>	332 723	276 112	56 611	81 161
Stavby	4 564	1 831	2 733	3 491
Samostatné hnutelné veci a súbory hnutelných vecí	328 160	274 281	53 878	77 670
Obstarávaný dlhodobý hmotný majetok	0	0	0	0
Obežný majetok	298 493	0	298 493	266 663
<u>Zásoby súčet</u>	209	0	209	228
Materiál	208	0	208	228
<u>Krátkodobé pohľadávky súčet</u>	102 140	0	102 140	105 081
Pohľadávky z obchodného styku	102 120	0	102 120	99 120
Daňové pohľadávky a dotácie	0	0	0	5 910
Iné pohľadávky	20	0	20	51
<u>Finančné účty</u>	196 145	0	196 145	161 354
Peniaze	904	0	904	1 142
Účty v bankách	195 241	0	195 241	160 212
<u>Časové rozlíšenie súčet</u>	3 673	0	3 673	3 698
Náklady budúcich období krátkodobé	3 673	0	3 673	3 698

P A S Í V A (EUR)	2023	2022
SPOLU VLASTNÉ IMANIE A ZÁVÄZKY	380 541	379 490
Vlastné imanie	242 506	218 399
Základné imanie	33 194	33 194
Zákonné rezervné fondy	6 211	6 211
Nerozdelený zisk z minulých rokov	176 995	168 532
Výsledok hospodárenia za účtovné obdobie po zdanení	26 106	10 462
Záväzky	138 035	161 091
<u>Dlhodobé záväzky</u>	14 285	13 144
Záväzky zo sociálneho fondu	14 285	13 144
<u>Krátkodobé záväzky</u>	108 148	133 771
Záväzky z obchodného styku súčet	6 339	3 679
Záväzky voči zamestnancom	28 629	33 894
Záväzky zo sociálneho poistenia	21 218	26 448
Daňové záväzky a dotácie	51 962	69 750
<u>Krátkodobé rezervy</u>	15 602	14 176
Zákonné rezervy	15 602	14 176



7.2 Výkaz ziskov a strát

Výkaz ziskov a strát (EUR)	2023	2022
Výnosy z hospodárskej činnosti spolu súčet	966 724	927 256
Tržby z predaja služieb	942 367	906 660
Tržby z predaja dlhodobého nehmotného majetku, dlhodobého hmotného majetku	130	0
Ostatné výnosy z hospodárskej činnosti	24 227	20 596
Náklady na hospodársku činnosť spolu	929 015	909 908
Spotreba materiálu, energie a ostatných neskladovateľných dodávok	41 162	36 627
Služby	198 767	208 881
Mzdové náklady	471 232	454 332
Náklady na sociálne poistenie	168 350	162 803
Sociálne náklady	15 561	14 348
Dane a poplatky	232	245
Odpisy dlhodobého nehmotného a hmotného majetku	30 753	30 282
Ostatné náklady na hospodársku činnosť	2 958	2 390
Výsledok hospodárenia z hospodárskej činnosti	37 709	17 348
Pridaná hodnota	702 438	661 152
Výnosy z finančnej činnosti spolu	3	0
Kurzové zisky	3	0
Náklady na finančnú činnosť spolu	1 353	1 345
Kurzové straty	52	59
Ostatné náklady na finančnú činnosť	1 301	1 286
Výsledok hospodárenia z finančnej činnosti	-1 350	- 1 345
Výsledok hospodárenia za účtovné obdobie pred zdanením	36 359	16 003
Daň z príjmov	10 253	5 541
Výsledok hospodárenia za účtovné obdobie po zdanení	26 106	10 462



8 HLAVNÉ ÚLOHY NA ROK 2024

Výskumno-vývojová činnosť ŽP VVC, s. r. o. je pre rok 2024 je rámcovaná témami, pokrývajúcimi kľúčové aspekty výroby ocele a oceľových rúr v Železiarňach Podbrezová, a. s. V porovnaní s predchádzajúcim obdobím projektov zo schémy „VaV-2020“ sú novo koncipované projekty v schéme „VP-2024“ tematicky užšie zamerané. Témy, ktoré boli riešené v rámci jednotlivých projektov VaV-2020 sú v novej schéme v samostatných projektoch, ako je uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 1 Zoznam výskumných projektov na rok 2024

Číslo	Názov	Akronym
VP-2024-01	Digitálna podpora výroby a plynulého odlievania ocele	DIGISTA
VP-2024-02	Zníženie uhlíkovej stopy výroby ocele v EAF s využitím bezfosílnych uhlíkonosných materiálov	CIRCA
VP-2024-03	Zníženie emisií CO ₂ zo spaľovania zemného plynu pri výrobe oceľových rúr	CACTUS
VP-2024-04	Zhodnocovanie hutníckych odpadov a druhotných surovín	NIMBY
VP-2024-05	Vplyv vodíka na mikroštruktúru bezšvíkových oceľových rúr pre vodíkové aplikácie	H2TUBES
VP-2024-06	Vysokoteplotné korózne a creepové vlastnosti ocelí pre energetický priemysel	KORTEEN
VP-2024-07	Zvýšenie rozmerovej presnosti bezšvíkových oceľových rúr	EXPRESS
VP-2024-08	Zvýšenie presnosti a spoľahlivosti technológie pretlačovania pri výrobe bezšvíkových oceľových rúr	KOSE
VP-2024-09	Počítačová podpora výroby oceľových rúr pre hydraulické aplikácie	HELIX
VP-2024-10	Zvyšovanie úžitkových vlastností keramických materiálov pre výrobu a plynulé odlievanie ocele	TUNDER
VP-2024-11	Zlepšenie mechanických vlastností bezšvíkových oceľových rúr po tepelnom spracovaní	TUBEMEC
VP-2024-12	Zlepšenie mikroštruktúrnych vlastností bezšvíkových rúr z ocele GOST 20	DISBAND



Projekt **DIGISTA** je postavený na aktuálnej téme informatizácie priemyselných procesov. Cieľom projektu je výskum možností zberu, spracovania a vyhodnocovania dát z výroby a plynulého odlievania ocele ako dátovej bázy softvérových modelov, prediktorov a klasifikátorov pre podporu rozhodovacích procesov, úsporu energie a zníženie uhlíkovej stopy výroby plynule odlievaných ocelových polotovarov v Železiarňach Podbrezová, a. s.

Projekt **CIRCA** je úzko zameraný na realizáciu aplikovaného výskumu používania alternatívnych uhlíkonosných materiálov na výrobu ocele v elektrickej oblúkovej peci (EAF). Tieto materiály majú vďaka nefosílnemu, obnoviteľnému pôvodu uhlíka veľký potenciál pre radikálne zníženie priamych emisií CO₂, čím sa stávajú ekologicky atraktívnou alternatívou voči doteraz používaným antracitovým materiálom.

Projekt **CACTUS** je zameraný na realizáciu základného výskumu možností zníženia priamych emisií CO₂, pochádzajúcich z výroby ocelových rúr v Železiarňach Podbrezová, a. s. Predmetné emisie vznikajú spaľovaním zemného plynu v peciach na ohrev materiálu. Projekt je prednostne zameraný na výskum možností využitia existujúcich technológií zachytávania CO₂ zo spalín v podmienkach príslušných výrobných prevádzkarní.

Projekt **NIMBY** sa venuje možnostiam ďalšieho spracovania vedľajších produktov výrobných procesov v ŽP, a. s., konkrétne oceliarskych odpraškov, kalov z neutralizácie odpadových vôd, použitých žiaruvzdorných materiálov a trosky z elektrickej oblúkovej pece (EOP).

Projekt **H2TUBES** je zameraný na výskum materiálových vlastností rúr z produkcie ŽP, a. s., určených na budovanie infraštruktúry na transport plyného vodíka.

Projekt **KORTEEN** cieľi na stanovenie vysokoteplotných korózných a creepových vlastností ocelových rúr pre energetický priemysel.

Cieľom projektu **EXPRESS** je zvýšenie rozmerovej presnosti vyrábaných ocelových rúr, a to znížením excentricity výlisku v procese výroby valcovaných ocelových rúr.

Cieľom projektu **KOSE** je zníženie tvorby typických povrchových chýb (švíkov a preložiek) na rúrových polotovaroch (tzv. lupách) v procese výroby bezšvíkových ocelových rúr valcovaných za tepla. Sekundárnym cieľom projektu je zníženie nákladov na opravu košov pretlačovacej stolice.

Projekt **HELIX** rieši problematiku výroby tzv. HP rúr, určených pre výrobu komponentov hydraulických valcov. Cieľom projektu je zníženie excentricity a miery výskytu charakteristickej skrutkovice na valcovaných a ťahaných HP rúrach.

Cieľom projektu **TUNDER** je návrh a vývoj prachového rafinačno-izolačného materiálu pre krytie hladiny ocele v medzipanve počas plynulého odlievania.

Projekt **TUBEMEC** rieši problematiku dlhodobého a spoľahlivého dosahovania normou predpísaných mechanických vlastností presných ocelových bezšvíkových rúr. Vzhľadom šírku problematiky a technologické podmienky výroby presných rúr v ŽP, a. s. bude projekt zameraný na niekoľko čiasťkových oblastí – dodržanie predpísaných mechanických vlastností, najmä zmluvnej medze sklzu a medze pevnosti hotových rúr vybraných rozmerov a z vybraných akostí, vrátane návrhu tepelného spracovania valcovaných rúr, resp. modifikácie chemickej úpravy rúr pri ťahaní. Ďalej je to tiež problematika dosahovania požadovaných hodnôt vrubovej húževnatosti hrubostenných presných rúr z vybraných akostí.



Cieľom projektu **DISBAND** je vývoj technológie výroby bezšvíkových oceľových rúr z akosti GOST 20 valcovaných za tepla tak, aby hotové rúry dosiahli predpísaný stupeň mikroštruktúrnej riadkovitosti č. 3 v súlade s normou TU 14-3-460.

V roku 2023 bolo v ŽP VVC, s. r. o. ukončené riešenie projektu **APVV-18-0418** z oblasti rozmerovej stability valcovaných rúr a jej dopadu na výslednú geometriu presných ťahaných rúr. V roku 2024 sa v ŽP VVC, s. r. o. bude pokračovať v riešení projektu **APVV-22-0436** z oblasti digitalizácie výroby a plynulého odlievania ocele v ŽP, a. s.

Navrhované výskumné projekty sú koncipované v súlade s požiadavkami pre uplatnenie superpočtu nákladov na výskum a vývoj v ŽP, a. s.

8.1 Stručný popis projektov

VP-2024-01 DIGISTA: Digitálna podpora výroby a plynulého odlievania ocele

Zodpovedný riešiteľ projektu: Ing. Karol Ondrejko, PhD.

Cieľom projektu je výskum možností zberu, spracovania a vyhodnocovania dát z výroby a plynulého odlievania ocele ako dátovej bázy softvérových modelov, prediktorov a klasifikátorov pre podporu rozhodovacích procesov, úsporu energie a zníženie uhlíkovej stopy výroby ocele v Železiarňach Podbrezová, a. s.

V prevádzkovej praxi výroby ocele bude mať samotné množstvo generovaných údajov vždy prevahu voči časovej, personálnej a intelektuálnej kapacite riadiacich pracovníkov všetky tieto údaje užitočne využiť pre ďalšie zlepšovanie procesov. Práve dostupnosť digitálneho odtlačku ako akéhosi „digitálneho dvojčata“ reálneho procesu nám na existujúcich dátach umožňuje vybudovať arzenál nástrojov, ktoré môžu účinne pomáhať pracovníkom dobre vyhodnotiť stav systému, efektivitu prebiehajúcich procesov a predpovedať budúce hodnoty kľúčových sledovaných veličín (účinnosti, teploty, chemické zloženie a pod.) Príklady oblastí, kde vidíme potenciál nasadenia modelovacích nástrojov, sú nasledovné:

1. Predikcia chemického zloženia trosiek;
2. Predikcia celkovej účinnosti tavenia v EAF;
3. Predikcia teploty a chemického zloženia ocele medzi jednotlivými skúškami;
4. Predikcia teploty lejacích prúdov ZPO a chladnúcich kontizliatkov;

Nájdenie akýchkoľvek doteraz neznámych, užitočných funkčných závislostí medzi vstupnými, procesnými a výstupnými parametrami výrobných procesov.

Očakávané výsledky projektu majú podobu softvérových aplikácií s webovým prístupom pre užívateľa, výpočtových hárkov v prostredí MS Excel a skriptov v prostredí MATLAB. Očakávanými prínosmi projektu je lepšia informovanosť riadiacich pracovníkov, dostupnosť analytických nástrojov v jednoduchšej užívateľskej podobe, efektívnejšia prevádzka agregátov.



VP-2024-02 CIRCA: Zníženie uhlíkovej stopy výroby ocele v EAF s využitím bezfosílnych uhlíkonosných materiálov

Zodpovedný riešiteľ projektu: Ing. Pavol Buček, PhD.

Cieľom projektu je realizácia aplikovaného výskumu používania alternatívnych uhlíkonosných materiálov na výrobu ocele v elektrickej oblúkovej peci (EAF). Tieto materiály majú vďaka nefosílnemu, obnoviteľnému pôvodu uhlíka veľký potenciál pre radikálne zníženie priamych emisií CO₂, čím sa stávajú ekologicky atraktívnou alternatívou voči doteraz používaným antracitovým materiálom. Predkladaný výskumný projekt sa preto zameriava na analýzu možností redukcie priamych emisií CO₂ s cieľom zlepšenia uhlíkovej stopy spoločnosti a zníženia nákladov spojených s nákupom emisných povoleniek.

Riešenie projektu bude zahrňovať realizáciu výskumných skúšok materiálov pre obe oblasti aplikácie v EAF, t. j. nauhličovanie taveniny aj napeňovanie trosky. Najzaujímavejšou a najhodnotnejšou fázou výskumu bude práve kombinované použitie nefosílného nauhličovadla a kompozitného napeňovadla na báze torifikovanej biomasy pri výrobe ocele v EAF. Unikátnosť plánovaných experimentov spočíva aj v tom, že k dnešnému dňu nemáme vedomosť o tom, že by sa podobný výskum, resp. výskumné skúšky realizovali v ktorejkoľvek inej európskej EAF oceliarni.

Očakávaným výstupom projektu je významné zníženie priamych emisií CO₂ z výroby ocele v EAF. Spolu s priaznivým energetickým mixom SR a zo samotného princípu výroby ocele recykláciou šrotu v EAF tak získavame takmer uhlíkovo fosílnu nízkoemisnú „zelenú“ oceľ (*Green Steel*). Popri ekonomických prínosoch (platby za CO₂ v rámci ETS systému) je výroba takejto ocele zárukou vysokej konkurencieschopnosti podniku v novej, „dekarbonizovanej“ ére priemyslu a tým aj atraktivity spoločnosti pre svojich dlhoročných aj potenciálnych nových zákazníkov.

VP-2024-03 CACTUS: Zníženie emisií CO₂ zo spaľovania zemného plynu pri výrobe oceľových rúr

Zodpovedný riešiteľ projektu: Ing. Gréta Maruškinová, PhD.

Cieľom projektu je realizácia základného výskumu možností zníženia priamych emisií CO₂, pochádzajúcich z výroby oceľových rúr v Železiarňach Podbrezová, a. s. Predmetné emisie vznikajú spaľovaním zemného plynu v peciach na ohrev materiálu. Projekt je prednostne zameraný na výskum možností využitia existujúcich technológií zachytávania CO₂ zo spalín v podmienkach príslušných výrobných prevádzkarní.

Pre ŽP, a. s. je táto téma výsostne nová a jej riešenie si vyžaduje v prvom rade vypracovanie podrobnej analýzy vhodnosti využitia tej ktorej technológie zachytávania CO₂ v konkrétnych prevádzkových podmienkach. Predkladaný výskumný projekt sa preto zameriava na analýzu možností redukcie emisií CO₂ s cieľom zlepšenia uhlíkovej stopy spoločnosti a zníženia nákladov spojených s nákupom emisných povoleniek.

Očakávaným výstupom projektu sú nové poznatky, týkajúce sa technológií zachytávania CO₂ ako aj príslušných podmienok (napr. koncentrácia CO₂ v spalínach), ktoré je nutné splniť, aby bola metóda



zachytávania efektívna. Okrem toho sa spoločnosť obohatí o nové poznatky o možnostiach využitia zachyteného CO₂, prípadne jeho uloženia v geologických úložiskách.

VP-2024-04 NIMBY: Zhodnocovanie hutníckych odpadov a druhotných surovín

Zodpovedný riešiteľ projektu: Ing. Gréta Maruškinová, PhD.

Výskumný projekt zahŕňa nasledovné vedľajšie produkty výrobného procesu Železiarní Podbrezová, a. s. (ŽP, a. s.):

1. oceliarské odprašky,
2. kaly z neutralizácie odpadových vôd,
3. odpadové žiaruvzdorné materiály,
4. troska z elektrickej oblúkovej pece (EOP).

V prípade prvých troch druhov odpadu je cieľom projektu vypracovanie analýzy možností recyklácie a tým aj zníženia ich skládkovaného množstva. V prípade EOP trosky je cieľom výskumu identifikácia faktorov, vplývajúcich na výsledné chemické zloženie trosky.

Oceliarské odprašky, kaly a odpadové žiaruvzdorné materiály sa v ŽP, a. s. zneškodňujú skládkovaním, čím sa nenávratne stráca ich prvkový potenciál. Navyše, skládkovanie má negatívny vplyv na životné prostredie. EOP troska sa spracováva na predajný produkt s názvom „umelé hutné kame-nivo (UHK)“, ktoré je možné využiť v rôznych odvetviach hospodárstva. Akékoľvek využitie je však v prvom rade limitované chemických zložením trosky. Na druhej strane, ekonomické záujmy výroby ocele (napr. minimalizácia množstva železa v troske) môžu byť častokrát protichodné k požiadavkám odberateľa trosky na jej chemické zloženie.

Kľúčovým prínosom výskumného projektu je získanie nových poznatkov o predmetných odpadoch aj o možnostiach ich recyklácie. Získané poznatky poslúžia spoločnosti pri realizácii činností zameraných na minimalizáciu množstva skládkovaného materiálu.

VP-2024-05 H2TUBES: Vplyv vodíka na mikroštruktúru bezšvíkových oceľových rúr pre vodíkové aplikácie

Zodpovedný riešiteľ projektu: Ing. Pavel Bekeč, PhD.

Pri rúrach vyrobených v ŽP, a. s. a určených na transport vodíka budú projektové práce zamerané predovšetkým na oblasť základného výskumu fenoménu vodíkového krehnutia. Z hľadiska vysvetlenia mechanizmov pôsobenia vodíka v experimentálnych podmienkach laboratórneho navodíkovania a mechanického namáhania je možné definovať tieto tri ciele projektu:

1. Určenie miery vodíkového krehnutia, t. j. stanovenie indexu krehnutia vzoriek z ocele X42 pomocou konvenčných skúšok jednoosovým ťahom v základnom, nenavodíkovanom stave aj v elektrolyticky navodíkovanom stave;
2. Stanovenie mikroštruktúrnych parametrov vzoriek z ocele X42 v základnom stave (veľkosť zrna, typ a podiel štruktúrnych zložiek) s pomocou svetelnej mikroskopie;



3. Stanovenie vplyvu vodíka na stav mikroštruktúry, subštruktúry a fázové zloženie vzoriek ocele X42 v základnom aj navodíkovanom stave s pomocou elektrónovej mikroskopie.

Prítomnosť vodíka v oceliach zohráva významnú úlohu pri degradácii ich mechanických a krehkolo-mových vlastností; ide o tzv. vodíkové krehnutie. Medzi degradačné mechanizmy patria tzv. ones-korené lomy, ktoré vznikajú pri zaťažení navodíkovanej materiálu pod medzou sklzu (často pri pomalom zaťažovaní) a tiež iné formy praskania materiálu pod mechanickým napätím a za prítom-nosti vodíka, ako napríklad HIC mechanizmus (*Hydrogen-Induced Cracking*). Poznanie mechanizmov pôsobenia vodíka v materiáloch je dôležité na to, aby bolo možné urobiť opatrenia na elimináciu jeho degradačného pôsobenia, napr. vyššou mikročistotou materiálov, modifikovaním ich chemic-kého zloženia, vhodným tepelným spracovaním a pod. Prínosom projektu budú poznatky základ-ného významu v poznaní vlastností ocelových materiálov na výrobu rúr, určených pre budúcu vodí-kovú infraštruktúru.

VP-2024-06 KORTEEN: Vysokoteplotné korózne a creepové vlastnosti ocelí pre energetický priemysel

Zodpovedný riešiteľ projektu: Ing. Pavel Bekeč, PhD.

Cieľom projektu stanovenie vysokoteplotných korózných a creepových vlastností ocelových rúr pre energetický priemysel. Konkrétne sa jedná o dlhodobé skúšky oxidačnej odolnosti vzoriek rúr zo žiarupevných ocelí, určených na výrobu prehrievačov. Vzorky budú vystavené dlhodobému pôso-beniu simulovanej koróznej atmosféry, ktorá vzniká pri spaľovaní biomasy a po uplynutí doby ex-pozície budú podrobené príslušným analýzám. Navrhované postup riešenia projektu predpokladá riešenie týchto čiastkových úloh:

1. Určenie korózne odolnosti vzoriek na základe stanovenia rýchlosti a mechanizmu vysoko-teplotnej korózie v prostredí spalín biomasy s obsahom hlavných agresívnych zložiek HCl(g) a SO₂ pri teplotách 400 a 450 °C s dobou expozície 3 000 hod.;
2. Analýza vplyvu teploty a chemizmu prostredia na kinetiku a mechanizmus oxidačného pro-cesu na exponovaných vzorkách;
3. Identifikácia zmien v mikroštruktúre a subštruktúre exponovaných vzoriek, ich chemického zloženia a typu prítomných fáz na rozhraní ocel – oxidická vrstva počas expozície v koróz-nom prostredí.

Výsledky creepových skúšok budú slúžiť na stanovenie odolnosti žiarupevných ocelí proti deformá-cii a porušeniu pri teplotách ≥ 500 °C . Na základe výsledkov analýz budeme vedieť identifikovať príčiny, resp. mechanizmus porušenia materiálu. Výsledky korózných skúšok budú vyhotovené v po-dobe oxidačných diagramov, zaznamenávajúcích zmenu hmotnosti testovaných ocelových vzoriek v čase. Tieto budú základom pre stanovenie kinetiky oxidačného procesu pri daných korózných pod-mienkach. Vplyv korózneho prostredia na štruktúru exponovaného ocelového materiálu bude do-kumentovaný pomocou mikroskopickéj analýzy a analýzy koncentračných profilov hlavných legu-júcich prvkov v oceli smerom od povrchu do vnútra štruktúry vzorky.



VP-2024-07 EXPRESS: Zvýšenie rozmerovej presnosti bezšvíkových oceľových rúr

Zodpovedný riešiteľ projektu: Ing. Ján Turňa, PhD.

Primárnym cieľom projektu je zvýšenie rozmerovej presnosti vyrábaných oceľových rúr, a to znížením excentricity výlisku v procese výroby valcovaných oceľových rúr. Sekundárnym cieľom projektu je zníženie nákladov na výrobu oceľových valcovaných rúr, a to skrátením času výmeny hlavy dierovacieho trňa a znížením celkového počtu potrebných trňov dierovacieho lisu.

Za prvotnú príčinu vzniku excentricity vo valcovanej rúre je možné označiť nesústredné (vyosené) dierovanie klátika pri dierovaní na vertikálnom dierovacom lise, kedy dráha hlavy dierovacieho trňa počas lisovania nie je stotožnená s osou matrice lisu.

Dá sa povedať, že dierovací lis je v procese výroby bezšvíkových oceľových rúr jednoznačne najkritickejším miestom z pohľadu možného vzniku excentricity. Vzniknutá excentricita môže zároveň poukázať na dva základné prevádzkové problémy stroja; nesúosovosť tela trňa a matrice a opotrebovanie hlavy dierovacieho trňa. Očakávanými prínosmi projektu sú:

1. zníženie excentricity rúr valcovaných za tepla,
2. možnosť rozšírenia sortimentu presných rúr so zníženou excentricitou,
3. zvýšenie životnosti dierovacieho trňa ako aj hlavy trňa,
4. zníženie prestojov na výmenu dierovacieho trňa,
5. úspora nákladov na výrobu dierovacieho trňa.

VP-2024-08 KOSE: Zvýšenie presnosti a spoľahlivosti technológie pretlačovania pri výrobe bezšvíkových oceľových rúr

Zodpovedný riešiteľ projektu: Ing. Roman Ďurčík

Primárnym cieľom projektu je zníženie tvorby typických povrchových chýb (švíkov a preložiek) na rúrových polotovarochoch (tzv. lupách) v procese výroby bezšvíkových oceľových rúr valcovaných za tepla. Sekundárnym cieľom projektu je zníženie nákladov na opravu košov pretlačovacej stolice.

Najčastejší dôvod neplánovanej výmeny košov pretlačovacej stolice je porucha definovaná ako „uloženie valca v koši“. Jedná sa o poškodenie radiálno-axiálneho ložiska alebo poškodenie resp. uvoľnenie skrutiek veka najčastejšie na pevnom koši. Uvedená porucha sa pritom vyskytuje na rôznych košoch a valcoch a stredná doba do poruchy jednotlivých košov je silne variabilná; v prevádzkovej praxi boli zaznamenané značné rozdiely v počte vyvalcovaných lup na danom koši, napr. od 200 až do 20 000 kusov lup. V prípade používania takto poškodeného koša dochádza pri valcovaní lupy k vzniku charakteristických povrchových chýb – švíkov a preložiek.

Na základe výsledkov numerických simulácií pretlačovania by sme mali byť schopní jednoznačne určiť, či daný parameter má alebo nemá vplyv na posun valca v koši a zároveň tento vplyv kvantifikovať.



VP-2024-09 HELIX: Počítačová podpora výroby oceľových rúr pre hydraulické aplikácie

Zodpovedný riešiteľ projektu: Ing. Peter Bella, PhD.

Cieľom projektu je zníženie excentricity a miery výskytu charakteristickej skrutkovice na valcovaných a ťahaných rúrach, určených pre hydraulické aplikácie, tzv. HP rúrach. Pri výrobe tohto typu rúr v Železiarňach Podbrezová, a. s. ide pritom o dlhodobý problém, kedy sa uvedené defekty prenášajú z pôvodných valcovaných na finálne ťahané rúry.

Projekt rieši problematiku deformácie lupy po odvalcovaní z trňovej tyče. Sprievodným javom procesu odvalcovania je tvorba charakteristického rozmerového defektu – špirálovitej stopy na povrchu odvalcovanej lupy. Tento defekt je spolu s excentricitou rozhodujúci pre finálne rozmery rúry, resp. rozmerové odchýlky v rámci predpísaných tolerancií. Na kvalitatívne posúdenie vplyvu vybraných parametrov odvalcovania na rozmerové odchýlky odvalcovanej lupy a zároveň aj na kvantifikáciu týchto vplyvov bude celý proces odvalcovania vymodelovaný v numerickom simulačnom prostredí DEFORM-3D. V začiatkovej fáze budú vyhodnotené dva parametre odvalcovania: prítlak a uhol podávania valcov. Cieľom simulačnej štúdie bude nájsť takú dvojicu hodnôt uvedených parametrov, ktorá na odvalcovanej lupe zanechá špirálovú stopu s minimálnou hĺbkou a zároveň zabezpečí dostatočné odvalcovanie materiálu z telesa tyče.

Na výslednú hĺbku špirálovej stopy má vplyv aj excentricita lupy ako charakteristická chyba tvaru prierezu valcovaného materiálu, ktorá primárne vzniká na začiatku celého procesu, v dievacom lise. Preto je ďalšou z úloh riešenia stanoviť kritickú hodnotu excentricity, ktorá aj spolu s (minimalizovanou) špirálovou stopou ešte nespôsobí rozmerovú nezhodnosť výslednej presnej rúry.

Rovnako ako v prípade valcovanej rúry, aj výroba presnej rúry ťahaním za studena bude simulovaná v prostredí DEFORM-3D. Hlavným prínosom týchto simulácií bude kvantifikácia vplyvu parametrov ťahania na rozmerovú presnosť vytiahnutej rúry v rámci predpísaných rozmerových tolerancií. Vstupným polotovarom simulovaného ťahania bude pritom vyššie spomínaná valcovaná rúra s danou excentricitou, resp. špirálovitou deformáciou povrchu.

VP-2024-10 TUNDER: Zvyšovanie úžitkových vlastností keramických materiálov pre výrobu a plynulé odlievanie ocele

Zodpovedný riešiteľ projektu: Ing. Vladimír Chomič

Cieľom projektu je návrh a vývoj prachového rafinačno-izolačného materiálu pre krytie hladiny ocele v medzipanve počas plynulého odlievania. Prachový zásyp na hladine vytvára kryciu ochrannú vrstvu – trosku – na hladine tekutej ocele, čím zabraňuje reoxidácii ocele z okolitého vzduchu, znižuje tepelné straty taveniny žiarením do okolia a vytvára podmienky na rafináciu ocele, t. j. zachytávanie vyplavovaných čistočiek vtrúsenín z ocele do trosky.

Výskum a vývoj technológie plynulého odlievania ocele sa dlhodobo zameriava na zvýšenie výrobnosti, spoľahlivosti a výrobnej kvality celého zariadenia na plynulé odlievanie (ZPO), ako aj jeho jednotlivých uzlov. Výsledná kvalita plynule odlievaných polotovarov – tzv. kontizliatkov – je súborom množstva kvalitatívnych parametrov, medzi ktoré patrí aj čistota, resp. mikročistota ocele po odlie-



vaní, kvalita povrchu, rozmerová presnosť a minimálny výskyt vnútorných a povrchových necelistvostí a vtrúsenín. Uvedené kvalitatívne parametre priamo súvisia s technickým stavom stroja, typom a kvalitou použitých keramických materiálov, spôsobom chladenia lejacích prúdov a typom a spôsobom použitia zásypových materiálov na hladine ocele v medzipanve a v kryštalizátoroch. Aktuálny smer vývoja žiaruvzdorných materiálov a krycích prachov pre technológiu plynulého odlievania ocele môžeme zhrnúť do týchto bodov:

1. vývoj rafinačných trosiek pre medzipanvu,
2. vývoj materiálov pre pracovnú a trvalú výmurovku medzipanvy,
3. vývoj lejacích práškov pre kryštalizátor,
4. vývoj nových materiálov pre tieniace a ponorné trubice.

Témou tohto projektu sú materiály, ktoré v medzipanve prichádzajú do styku s tekutou oceľou v prachovej podobe – tzv. krycie prachy, resp. rafinačné zmesi. Navrhnutý krycí prach pre zásyp voľnej hladiny medzipanvy musí spĺňať nasledujúce kritériá:

- nákladová efektívnosť,
- vysoká expanzná schopnosť,
- znížená tvorba nárastov z ocele na stenách medzipanvy,
- nízka spotreba,
- vysoká tepelnoizolačná schopnosť,
- inertnosť voči žiaruvzdornému materiálu medzipanvy,
- obmedzená schopnosť horenia pri kontakte s tekutou oceľou,
- teplotná odolnosť až do 1 750 °C.

VP-2024-11 TUBEMEC: Zlepšenie mechanických vlastností bezšvíkových oceľových rúr po tepelnom spracovaní

Zodpovedný riešiteľ projektu: Ing. Milan Mojžiš, PhD.

Cieľom projektu je dosiahnutie normou predpísaných mechanických vlastností, vrátane vrubovej húževnatosti pre oceľové bezšvíkové rúry, ťahané za studena (ďalej len „presné rúry“). Vzhľadom na technologické podmienky a proces výroby presných rúr v Železiarňach Podbrezová, a. s. bude riešenie projektu zamerané na tieto čiastkové ciele:

1. Dodržanie predpísaných podmienok mechanických vlastností presných rúr, najmä zmluvnej medze sklzu pri danej teplote R_t a medze pevnosti R_m hotových presných rúr vybraných rozmerov (napr. 15,7 × 1,5) z akostí TS-A-628, TS-A-465, TS-A-440, TS-A-336. Návrh tepelného spracovania valcovaných rúr, resp. modifikácie chemickej úpravy rúr pri ťahaní;
2. Dodržanie hodnôt mechanických vlastností presných rúr z akostí C60 a C55, najmä medze pevnosti R_m . Návrh vhodného tepelného spracovania presných rúr;
3. Zvýšenie hodnoty vrubovej húževnatosti hrubostenných presných rúr z akostí TS-A-347 a TS-A-218. (Hrúbka steny valcovaných rúr 12 – 16 mm, presných rúr $\geq 5,5$ mm.)



Očakávané výsledky projektu:

- Splnenie požadovaných mechanických vlastností presných rúr;
- Zníženie podielu nevyhovujúcich presných rúr (nezhodných výrobkov);
- Zníženie počtu opakovaných operácií v technologickom procese výroby;
- Zvýšenie kvality vyrobených presných rúr.

Očakávané prínosy projektu:

- Získanie poznatkov v oblasti tepelného spracovania a jeho vplyvu na mikroštruktúru presných rúr v závislosti od chemického zloženia ocele;
- Získanie nových poznatkov o štruktúrnych a mechanických vlastnostiach vybraných akostí pri rôznych spôsoboch tepelného spracovania ocele;
- Zníženie energetických prevádzkových nákladov znížením počtu cyklov tepelného spracovania rúr v žihacích peciach.

VP-2024-12 DISBAND: Zlepšenie mikroštruktúrnych vlastností bezšvíkových rúr z ocele GOST 20

Zodpovedný riešiteľ projektu: Ing. Peter Burik, Ph.D.

Cieľom projektu je vývoj technológie výroby bezšvíkových oceľových rúr z akosti GOST 20 valcovaných za tepla tak, aby hotové rúry dosiahli predpísaný stupeň mikroštruktúrnej riadkovitosti č. 3 v súlade s normou TU 14-3-460. Hlavným prostriedkom na dosiahnutie uvedeného cieľa bude dodržanie finálnej teploty tvárnenia z intervalu teploty normalizácie (920 – 990 °C). Projekt bude riešený pre rúry s min. hrúbkou steny 5 mm a s rôznym vonkajším priemerom.

Pojmom „riadkovitosť“ (angl. *banding*) označujeme mikroštruktúrny materiálový stav, ktorý sa prejavuje striedaním pásov výrazne odlišných mikroštruktúrnych zložiek, pričom smer pásov zodpovedá hlavnému smeru tvárnenia (valcovania). Vznik riadkovitej mikroštruktúry je podmienený aj nepatrným miestnym rozdielom v plasticite materiálu, ktorý ovplyvňuje tečenie jednotlivých mikroštruktúrnych zložiek pri tvárnení. Častice hmoty sa vždy pohybujú tak, aby kládli najmenší odpor pri tečení; mäkkšie zložky sa pohybujú v súvislom prúde, tvrdšie zložky a častice sú menej pohyblivé a sú odtláčané ku kraju prúdu. Takto sa vytvoria dlhšie, ale aj kratšie riadky, dobre viditeľné na metalografickej vzorke predmetného materiálu.

Spomínaná norma vo všeobecnosti predpisuje vykonať normalizačné žihanie rúr pri teplotách 920 °C – 990 °C. Ak je však dovalcovacia teplota vyrobených rúr z uvedeného intervalu (ide o tzv. normalizačné tvárnenie), spomínané žihanie nie je vyžadované.

Počas riešenia projektu bude realizovaná výroba zákazky na rúry z akosti GOST 20 tak, aby dovalcovacia teplota rúr spadala do intervalu 920 – 950 °C. Výroba lúp bude pritom prebiehať štandardným spôsobom. Očakávaným výsledkom projektu je návrh technológie valcovania rúr, ktorá eliminuje nutnosť realizovať dve dodatočné tepelné spracovania, čím sa významne znížia prevádzkové náklady na výrobu rúr.



9 PUBLIKAČNÁ ČINNOSŤ V ROKU 2023

KÓD	NÁZOV KATEGÓRIE	POČET
V2	Vedecký výstup publikačnej činnosti ako časť editovanej knihy alebo zborníka	1
V3	Vedecký výstup publikačnej činnosti z časopisu	2
O2	Odborný výstup publikačnej činnosti ako časť knižnej publikácie alebo zborníka	2
I1	Iný výstup publikačnej činnosti ako celok	10
Publikačná činnosť spolu		15

V2 – Vedecký výstup publikačnej činnosti ako časť editovanej knihy alebo zborníka

BEKEČ, P., HAGAROVÁ, M., BARANOVÁ, G., BERAXA, P., FUJDA, M., MATVIJA, M., HORŇÁK, P.: Laboratórium vysokoteplotných korózných procesov – unikátne spoločné pracovisko ŽP VVC s.r.o. a FMMR TU v Košiciach, In: Konferencie kotle a energetická zariadenia, 20.3.-22. 3. 2023, Brno, ISSN: 1804-6673

V3 – Vedecký výstup publikačnej činnosti z časopisu

BULKO, B., FOGARAŠ, L., HUBATKA, S., DEMETER, P., ONDREJKOVIČ, K., BUČEK, P.: Verification of Non-Standard f-Curves During Steel Intermixing in a Tundish, In: Metalurgija, Vol. 62, No. 2, 2023, pp. 187-190, ISSN 0543-5846. **Databázy: WOS, SCOPUS, CCC**

BARANOVÁ, G., HAGAROVÁ, M., MATVIJA, M., CSÍK, D., GIRMAN, V., BEDNARČÍK, J., BEKEČ, P.: Experimental Study of the Evolution of Creep-Resistant Steel's High-Temperature Oxidation Behavior, In: Crystals, Vol. 13, No. 982, 2023, ISSN 2073-4352. **Databázy: WOS, SCOPUS, CCC**

O2 – Odborný výstup publikačnej činnosti ako časť knižnej publikácie alebo zborníka

VINDT, T., ORÁČ, D., BERAXA, P., MARUŠKINOVÁ, G., LIPTAI, P.: Laboratórium spracovania priemyselných odpadov - chronológia činnosti za 10 rokov existencie laboratória, In: Oceláři: Sborník konference, 27. 4. - 28. 4. 2023, Ostrava (Česko): Tanger s. 61-67, ISBN 978-80-88365-10-5

ORÁČ, D., VINDT, T., HAVLÍK, T., MARCINOV, V., MARUŠKINOVÁ, G., BERAXA, P., CHOMIČ, V.: Charakterizácia EOP trosky z pohľadu chemického prvkového a fázového zloženia, In: Oceláři: Sborník konference, 27. 4. - 28. 4. 2023, Ostrava (Česko): Tanger s. 109-115, ISBN 978-80-88365-10-5

I1 – Iný výstup publikačnej činnosti ako celok

BURIK, P., ĎURČÍK, R., BEKEČ, P., TURŇA, J., MAŤAŠ, P., PATIN, L., LUPTÁK, D.: Experimentálne valcovanie hrubostenných rúr z akosti ZP18Mn122NS s cieľom dosiahnuť vyššiu hodnotu nárazovej práce, VS 1/2023/ŽPVVC



TURŇA, J., BURIK, P., KÁN, M., ĎURČÍK, R., MOJŽIŠ, M.: Výskum v oblasti chladenia valcov pretlačovacej stolice, VS 2/2023/ŽPVVC

MARUŠKINOVÁ, G., CHOMIČ, V.: Analýza zmien chemického zloženia EOP trosky zaznamenaných spoločnosťou ASeX RM, s. r. o., VS 3/2023/ŽPVVC

MARUŠKINOVÁ, G., CHOMIČ, V.: Možnosti využitia umelého hutného kameniva, TS 6/2023/ŽPVVC

ONDREJKOVIČ, K., CHOMIČ, V., BUČEK, P., BERAXA, P., MARUŠKINOVÁ, G.: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby a odlievania ocele, VS 4/2023/ŽPVVC

CHOMIČ, V., BERAXA, P., ĎURIK, Ľ., BRENKUS, M., ŠVANTNER, J., KLIMENT, I.: Zvyšovanie životnosti a úžitkových vlastností hutníckej keramiky, VS 5/2023/ŽPVVC

TURŇA, J., ĎURČÍK, R., BELLA, P., MOJŽIŠ, M.: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby oceľových rúr, VS 6/2023/ŽPVVC

BUČEK, P., ONDREJKOVIČ, K.: Implementácia dátovej analytiky vo výrobnom procese, VS 7/2023/ŽPVVC

BURIK, P., DOMOVCOVÁ, L., BEKEČ, P., TURŇA, J., KÁN, M., BERAXA, P.: Hodnotenie kvality výroby ocele a oceľových rúr, VS 8/2023/ŽPVVC

MARUŠKINOVÁ, G., CHOMIČ, V.: Spracovanie odpadov a druhotných surovín, VS 9/2023/ŽPVVC



10 ZÁVER

Hoci sa práca v našej výskumno-vývojovej organizácii môže na prvý pohľad javiť ako nenáročná, v skutočnosti je to častokrát inak. Vo svojej podstate duševná práca, avšak so silným tlakom na aplikačné výstupy permanentne prináša vysokú mieru neistoty, pochybností a slepých uličiek, ktoré sú s takýmto typom práce vždy spojené. Práca na výskumno-vývojových projektoch si vyžaduje vysokú mieru tvorivosti, nápaditosti, schopnosti nachádzať nové riešenia. Naš pracovník musí disponovať odbornou jazykovou výbavou na efektívne štúdium cudzojazyčných materiálov a komunikáciu so zahraničnými pracoviskami. Zároveň musí mať schopnosť sledovať a extrahovať užitočné poznatky z výroby ocele a oceľových rúr prakticky z celého sveta. Ďalšie budovanie nášho pracoviska bude preto aj naďalej stáť a padať na dostatku kvalitných ľudí. Urobíme všetko preto, aby sme tento náš najcennejší kapitál naďalej rozvíjali k dobru Železiarní Podbrezová i celej ŽP GROUP.

Záverom by sme chceli vyjadriť poďakovanie Predstavenstvu ŽP, a. s. za podporu rozvoja a činnosti našej spoločnosti. Veľké poďakovanie patrí aj všetkým kolegom a spolupracovníkom ŽP VVC s.r.o., ktorí sa svojím aktívnym a tvorivým prístupom podieľali na úspešnom riešení projektov, taktiež všetkým spoluriešiteľom a pracovníkom vo výrobných aj technických prevádzkarňach ŽP, a. s., ako aj dcérskym spoločnostiam ŽP GROUP, ktorí v o veľkej miere prispievajú k úspešnému riešeniu projektov a implementácii výsledkov do výrobného procesu. Poďakovanie patrí aj všetkým externým spolupracovníkom a organizáciám, ktoré nám pomohli zabezpečiť experimentálnu časť nášho výskumu v spoločných laboratóriách.

V Podbrezovej, 19. apríla 2024

Vypracovali: Ing. Pavol Beraxa, PhD.
 Ing. Pavol Buček, PhD.
 Ing. Lenka Nováková
 Ing. Gréta Maruškinová, PhD.

Predkladá:

Ing. Pavol Beraxa, PhD.

riaditeľ spoločnosti



11 POUŽITÉ SKRATKY

APVV	Agentúra na podporu výskumu a vývoja
EOP	Elektrická oblúčková pec
FMMR	Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie
LF	Panvová pec (<i>Ladle Furnace</i>)
LPTP	Laboratoř přenosu tepla a proudění
LSPO	Laboratórium spracovania priemyselných odpadov
LVKP	Laboratórium vysokoteplotných korózných procesov
MTF	Materiálovotechnologická fakulta
SjF	Strojnícka fakulta
STU	Slovenská technická univerzita
TUKE	Technická univerzita v Košiciach
UHK	Umelé hutnícke kamenivo
ÚRT	Ústav recyklačných technológií
VUT	Vysoké učení technické
Vvr	Valcovňa rúr
Vt	Ťaháreň rúr
Vo	Oceliareň
VUT	Vysoké učení technické
ZPO	Zariadenie plynulého odlievania
ŽP VVC s.r.o.	ŽP Výskumno-vývojové centrum s.r.o.
ŽP a.s.	Železiarne Podbrezová a.s.